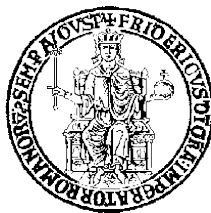


Università degli Studi di Napoli “Federico II”



Dipartimento di Sociologia

Dottorato in Sociologia e Ricerca sociale

Tesi di dottorato

Sociologia della conoscenza scientifica

Approccio socio-storico e configurazioni narrative

Tutor

Ch.mo Prof.
Gianfranco PECCHINENDA

Candidato

Antonio CAMORRINO

XXIV Ciclo

2008-2011

Indice

Introduzione

Per una sociologia storica della conoscenza scientifica	p. 4
--	------

Capitolo I

Premesse teoriche

I.1	La produzione e la trasmissione sociale della conoscenza scientifica	p. 18
I.2	Mondi della scienza e Universi simbolici	p. 19
I.3	La dimensione dei simboli: concetti a progressivo livello di sintesi	p. 22
I.4	Il valore cognitivo dei paradigmi	p. 28
I.5	Il modello della sintesi cognitiva	p. 31

Capitolo II

La configurazione narrativa

II.1	Proposta per un modello teorico unitario	p. 33
II.2	Costruzioni sociogenetiche degli universi	p. 35
II.3	Le configurazioni narrative: dal Filosofo greco allo Scienziato	p. 41

Capitolo III

La conoscenza scientifica nel periodo classico: la nascita del cosmo

III.1	Configurazioni socio-storiche: la <i>Pólis</i>	p. 42
III.2	Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: <i>Epistémē</i> e <i>Téchnē</i>	p. 47
III.3	Configurazioni narrative: il Filosofo greco	p. 55

Capitolo IV

La conoscenza scientifica alessandrina e l'alto Medioevo: Archimede e Carlomagno

IV.1	Configurazioni socio-storiche: Biblioteca e Monasteri	p. 63
IV.2	Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: Teoremi e Enciclopedie	p. 71
IV.3	Configurazioni narrative: il Matematico ed il Monaco	p. 78

Capitolo V
La conoscenza scientifica nel basso Medioevo:
la Rinascita del XII secolo

V.1	Configurazioni socio-storiche: Città e Università	p. 84
V.2	Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: Maestri e Mercanti	p. 93
V.3	Configurazioni narrative: lo Scolastico	p. 104

Capitolo VI
La conoscenza scientifica nell'era moderna:
la Rivoluzione scientifica

VI.1	Configurazioni socio-storiche: la Repubblica delle lettere	p. 113
VI.2	Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: Universo meccanico e Officine	p. 124
VI.3	Configurazioni narrative: il Filosofo naturale	p. 143

Capitolo VII
La conoscenza scientifica dai Lumi alla crisi dei fondamenti:
le “due culture”

VII.1	Configurazioni socio-storiche: l'Età industriale	p. 161
VII.2	Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: Ragione e Relatività	p. 172
VII.3	Configurazioni narrative: lo Scienziato	p. 184

Conclusioni Lo scienziato 2.0	p. 197
--	--------

Bibliografia	p. 205
---------------------	--------

Introduzione

Per una sociologia storica della conoscenza scientifica

La fenomenologia ci insegna che la conoscenza profonda di un oggetto, quale esso sia, è possibile esclusivamente attraverso l'esercizio del metodo dell'*epoché*: una messa tra parentesi, una sospensione del giudizio costruito sulle correnti attribuzioni di significato conferite all'oggetto di specie¹. Quando si indaga, come accadrà nelle pagine che seguono, il mutamento delle modalità di produzione sociale della conoscenza scientifica in un quadro socio-storico di lungo periodo, bisogna prima di tutto mettere in atto la strategia fenomenologica: non possiamo analizzare la conoscenza scientifica prodotta 2000 anni fa con i parametri che la definiscono al giorno d'oggi: finiremmo per non trovarne affatto!

Si deve quindi, prima di tutto, precisare una definizione dell'oggetto studiato che risulti valida per tutto l'arco storico preso in esame: questo è possibile. Intenderò quindi per conoscenza scientifica un'elaborazione sistematica estremamente coerente e rigorosa che traspone nel suo linguaggio il dato del senso comune².

Non può passare inosservata la varietà di sintesi teoriche che ha caratterizzato epoche differenti. Kuhn, a giusta ragione, parla di *paradigmi* come di strutture concettuali attraverso cui gli scienziati guardano il mondo e che determinano i programmi di ricerca³. Ma i paradigmi si definiranno, nella mia analisi, come delle teorie legittimanti minori intese alla stregua di punti di vista particolari su fenomeni che sono aspetti di *visioni del mondo* differenti⁴.

Ora, la visione del mondo che caratterizza un determinato periodo, è il risultato di una rete complessa di variabili di natura diversa: rete dalle cui maglie non sfugge neanche la conoscenza scientifica. La scienza ha infatti assunto nel tempo, a causa probabilmente di derive positiviste, una connotazione a tratti transtorica che le conferisce non di rado una sorta d'ancoraggio trascendente. Io credo che una tale accezione strida profondamente con i fondamenti e gli obiettivi della sociologia della conoscenza. Individuare le componenti scientifiche ed extrascientifiche che hanno modellato paradigmi ogni volta diversi - in definitiva risalire alla genesi sociale del sapere scientifico - sarà dunque l'obiettivo del mio lavoro.

Ai fini della mia tesi ergere steccati tra produzioni del pensiero scientifico, filosofico, religioso, tecnico, tecnologico, diverrebbe controproducente. Infatti, una volta definito cosa si intende per conoscenza scientifica, si deve riconoscere, nella formazione di quest'ultima, la connaturata interdipendenza tra tutte queste sfere del pensiero; soprattutto se comprendiamo che, la conoscenza scientifica, assume forme differenti a seconda della configurazione socio-storica in cui è prodotta. Nell'alto Medioevo occidentale, ad esempio, la *cosmologia* religiosa ha permeato l'esistenza dei suoi abitanti: va da sé che la produzione sociale di conoscenza scientifica del periodo ne abbia risentito profondamente. Anche la presenza o, come si vedrà, l'assenza di una tecnologia sviluppata inciderà sulla

¹ Per approfondimenti, **Berger, Peter L., Luckmann Thomas**, (1969), *La realtà come costruzione sociale*, Il Mulino, Bologna; **Berger, Peter L., Luckmann Thomas** (2010), *Lo smarrimento dell'uomo moderno*, Il Mulino, Bologna; **Berger, Peter L.** (1969), *La sacra volta*, Sugarco, Milano; **Koyré, Alexandre** (1973), *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Gallimard, Paris; **Koyré, Alexandre** (2003), *Filosofia e storia delle scienze*, Mimesis, Milano; **Koyré, Alexandre**, (1996), *Lezioni su Cartesio*, Tranchida, Milano; **Landsberg, Paul-Louis** (2002), *Teoria sociologica della conoscenza*, Ipermedium Libri, Napoli.

² Come si vedrà la conoscenza scientifica subirà un progressivo livello di sintesi; per approfondimenti, vedi qui **I Capitolo**.

³ Per approfondimenti, **Kuhn, Thomas S.** (1969), *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino; **Kuhn, Thomas S.** (2000), *La rivoluzione copernicana*, Einaudi, Torino; **Kuhn, Thomas S.** (2008), *La tensione essenziale*, Einaudi, Torino.

⁴ **Berger, Peter L., Luckmann Thomas**, (1969), op. cit., pp. 136-139.

formazione di concezioni e di vocabolari più o meno adeguati ad un particolare sviluppo della scienza. Lo stesso vale per il ruolo della filosofia che per secoli ne è stato un termine coestensivo.

Esiste un legame inscindibile tra l'individuo, la configurazione sociale e le relative produzioni culturali: ne sono prova le corrispondenze che si rintracciano tra questioni sollevate in strutture socio-storiche uguali (o simili) ma in sfere di produzione culturale anche completamente differenti. Tutte le produzioni culturali sono il risultato, potremmo dire la proiezione, degli scenari interiori che caratterizzano le diverse individualità. Le diverse forme di conoscenza che si producono in contesti socio-storici diversi affondano le radici in un *humus* simbolico che è indicatore privilegiato di tutte le forze sotterranee che attraversano la società. L'immaginario interno o psichico, inteso come fonte comune di individui che abitano stesse comunità, produce icone verbali e figurali che sono esteriorizzazioni utilissime alla comprensione del processo di costruzione e di definizione della realtà. Eventi traumatici che producono mutamenti nelle configurazioni sociali hanno come conseguenze di lungo periodo la distruzione di un paesaggio interiore tradizionale, e innescano una mutazione culturale che investe radicalmente schemi mentali che fanno da supporto alla vita di intere popolazioni. E siccome la natura psichica aborre il vuoto, il problema resta di mostrare che cosa ne prende il posto⁵.

A tal proposito Elias dirà: "Sono necessarie ricerche insieme *psicogenetiche* e *sociogenetiche*⁶ per poter stabilire una linea di collegamento tra tutte quelle differenti manifestazioni degli uomini e la loro esistenza sociale. Non possiamo considerare da un lato la "società", e dall'altro il mondo concettuale degli uomini e le loro "idee" come due formazioni differenti che in un certo senso possono essere considerate separatamente. Per comprendere realmente queste strutture sociali e questi processi bisogna esaminare i rapporti tra i diversi strati di funzioni reciprocamente collegati all'interno di un campo sociale, e che per un certo periodo si riproducono a seguito di uno spostamento più o meno rapido dei rapporti di forza, derivante dalla specifica struttura di questo campo"⁷. L'affermarsi in un certo periodo storico di una specifica conoscenza scientifica dunque, è frutto di un processo che non avviene esclusivamente nella sfera particolare delle idee o dei pensieri. Non si tratta più di trasformazioni della conoscenza, di un mutamento delle "ideologie", insomma dei cambiamenti dei contenuti della coscienza, ma di cambiamenti dell'intero *habitus* umano, nel cui ambito i contenuti della coscienza, e tanto più le abitudini del pensiero, costituiscono soltanto un fenomeno parziale, un settore singolo. Ci troviamo di fronte, invece, a mutamenti strutturali dell'intera economia psichica. Potremmo dire che l'*habitus* psichico è il prodotto dell'adattamento dinamico della natura umana alla struttura sociale. Il mutamento delle condizioni sociali produce mutamenti dell'*habitus* psichico, ossia nuovi bisogni e nuove ansietà. Questi nuovi bisogni fanno sorgere nuove idee, e, per così dire, rendono gli uomini disposti ad accoglierle; le nuove idee a loro volta tendono a intensificare e a consolidare il nuovo *habitus* psichico, e a determinare le azioni degli uomini. L'adattamento dinamico di quest'ultimo è fondato su elementi che sono biologicamente intrinseci alla natura umana, o che lo sono diventati per effetto dell'evoluzione storica⁸. Bisogna scoprire le strutture fondamentali che danno a tutti i singoli avvenimenti all'interno di questo campo il loro orientamento e la loro

⁵ Yates, Frances A. (1989), *Astrea*, Einaudi, Torino, p. XVI.

⁶ L'economia psichica di un individuo varia al mutare delle strutture sociali dando vita ad un particolare *habitus* psichico.

⁷ Elias, Norbert (2010), *Potere e civiltà*, Il Mulino, Bologna, pp. 368-404. Per approfondimenti, Elias, Norbert (1998), *La civiltà delle buone maniere*, il Mulino, Bologna; Elias, Norbert (2010), *Marinaio e gentiluomo*, Il Mulino, Bologna; Elias, Norbert (1998), *Teoria dei simboli*, Il Mulino, Bologna.

⁸ Fromm, Erich (2010), *Fuga dalla libertà*, Mondadori, Milano, p. 233.

impronta specifica. Nel mio caso bisogna dunque scoprire in base a quali leggi gli uomini delle particolari società prese in esame siano costantemente legati tra loro in una specifica catena di funzioni e analizzare come queste forme relazionali e queste istituzioni si modifichino in un senso ben specifico. È possibile dunque enucleare dai singoli fatti un'impalcatura ben salda, un contesto strutturale che si fonda su una precisa cosmologia⁹ di riferimento che ne evidenzia i confini.

Si vedrà come, al mutare delle gerarchie sociali, mutino anche le scale valoriali che determinano l'attribuzione di significato - a volte di segno positivo, a volte di segno negativo - conferita alle pratiche sociali. Dimostrerò come la desiderabilità sociale, il prestigio o al contrario il disprezzo connesso ad una particolare attività sarà determinante nello sviluppo o nella stagnazione della produzione sociale di conoscenza scientifica di un determinato periodo. Queste scale valoriali sono, il più delle volte, il riflesso della divisione sociale del lavoro. Ciò appare molto chiaramente da questo passo di un testo di Le Goff: "Ogni società ha una gerarchia sociale, rivelatrice delle strutture e della mentalità che le sono peculiari [...]. Mestieri nobili, mestieri vili, mestieri illeciti; queste categorie ricoprono realtà economiche e sociali, e più ancora mentalità [...]. Senza dubbio la mentalità è ciò che cambia più lentamente nelle società e nelle civiltà, ma è comunque forzata a seguire - nonostante le sue resistenze, i suoi ritardi, le sue differenze - ad adattarsi alle trasformazioni delle configurazioni sociali¹⁰ [...]. Chi è disprezzato nell'anno Mille può occupare un rango elevato all'alba del Rinascimento"¹¹. L'ascesa di una classe a discapito di un'altra produce mutamenti non solo al livello della struttura sociale ma anche a livello dell'*habitus* psichico; questa dialettica determina anche significative modifiche dell'universo simbolico¹²: la struttura metafisica (sia essa mitica, magica, religiosa o filosofica) che permea una configurazione sociale, giustificandola, avrà profonda influenza¹³ sulla produzione sociale di conoscenza scientifica. Ad esempio, il mondo della natura, oggetto principe delle scienze, è stato a lungo dominio del sacro, e quindi luogo interdetto all'indagine positiva; ne risulterà una produzione sociale di conoscenza scientifica peculiare, costretta nella sua trama cosmologica. Quando, in seguito all'ascesa dei mercanti e alla nascita delle città, lo spazio ed il tempo subiranno un processo di laicizzazione e diverranno finalmente passivi di pratiche sperimentali, si affermerà un nuovo tipo di sapere.

Ma non ci inganniamo, anche quando il mondo si disincanterà¹⁴ e la concezione del cosmo si dissolverà¹⁵, l'universo simbolico nel quale si dipanerà la produzione sociale di conoscenza scientifica sarà solo sostituito e non scomparso.

Particolare attenzione sarà prestata allo studio delle condizioni materiali che permettono (o non permettono) il possesso di una *riserva sociale di conoscenza*¹⁶: la nascita di istituzioni come ad esempio la *Biblioteca di Alessandria* piuttosto che la *Royal Society* sono legate a

⁹ Per approfondimenti, **Pecchinenda, Gianfranco** (2009), *La narrazione della società*, Ipermedium libri, S. Maria C. V. (Ce); vedi qui **I Capitolo**.

¹⁰ Nel testo "infrastrutture".

¹¹ **Le Goff, Jacques** (2000), *Tempo della Chiesa e tempo del mercante*, Einaudi, Torino, p. 53.

¹² Per approfondimenti, vedi qui **I Capitolo**.

¹³ Prigogine e la Stengers parleranno di *risonanza*; per approfondimenti, **Prigogine, Ilya; Isabelle Stengers** (1999), *La nuova alleanza*, Einaudi, Torino.

¹⁴ Per approfondimenti, **Weber, Max** (2008), *Sociologia delle religioni*, UTET, Torino; **Gauchet, Marcel** (1992), *Il disincanto del mondo*, Einaudi, Torino.

¹⁵ Per approfondimenti, **Koyré, Alexandre** (2000), *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, Einaudi, Torino; **Koyré, Alexandre** (1973), *Introduzione a Platone*, Vallecchi, Firenze; **Koyré, Alexandre** (1996), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1976), *Studi galileiani*, Einaudi, Torino; **Koyré, Alexandre** (1972), *Studi newtoniani*, Einaudi, Torino; vedi qui **VI Capitolo**.

¹⁶ Per approfondimenti, **Elias, Norbert** (1998), op. cit.; **Berger, Peter L., Luckmann Thomas** (2010), op. cit.; vedi qui **I Capitolo**.

incrementi di produzione che ne consentono la nascita e l'affermazione e a particolari congiunture storiche che garantiscono ai Paesi che l'accolgono un certo grado di sicurezza interna.

Questi *steps* teorici sono distinguibili esclusivamente a fini analitici; devono infatti intendersi come parti costitutive di un processo unico ed inscindibile. Lo strumento teorico di cui mi avvarrò - e che "fonde" questi passi - l'ho definito *configurazione narrativa*¹⁷. Questa descrive l'andamento della storia delle modalità di produzione sociale della conoscenza scientifica e lascia emergere *personaggi* distinti che si caratterizzano per specifiche qualità. Questi vanno intesi come indicatori ed espressioni idealtipiche¹⁸ del loro tempo. È attraverso di loro, attraverso le loro visioni del mondo, che si cercherà di comprendere e descrivere l'ampio quadro socio-storico preso in analisi. La configurazione narrativa è la trama cosmologica riflesso di precise strutture sociali di cui i personaggi sono i protagonisti.

Queste configurazioni daranno vita, in tempi diversi e con differenti modalità, al *Filosofo greco* nell'Età Classica; al *Matematico* nell'ellenismo e al *Monaco* nell'alto Medioevo; allo *Scolastico* nel basso Medioevo; al *Filosofo naturale* nel Rinascimento ed allo *Scienziato* in epoca moderna.

Dopo questa breve introduzione credo sia utile fornire una chiave di lettura del mio lavoro. Ciò sarà possibile solo esplicitando i motivi che mi hanno spinto ad affrontare, con l'approccio teorico sopra descritto, la mia ricerca.

Landsberg definiva l'oggetto della teoria sociologica della conoscenza come l'analisi del rapporto (e la sua evoluzione socio-storica) tra l'individuo e la comunità nella quale egli vive, un rapporto che influenza il suo modo di auto-percepirsi e di costruire i concetti che gli servono per conoscere¹⁹. Il prodotto di questo rapporto, in accordo con le teorie di Norbert Elias, è stato definito *habitus* psichico. Le modalità di auto-percezione e di costruzione dei concetti si compenetrano nelle esistenze sociali in un legame inscindibile: tutte le forme di produzione culturale sono espressione della struttura stessa della coscienza umana. Eppure, in una sorta di gioco di prestigio positivista, nelle convinzioni del senso comune, così come in molte analisi sociologiche, si è radicata l'idea della coscienza umana come inscritta in un *continuum* socio-storico che dà vita a molti fraintendimenti. L'idealizzazione di questo *continuum* risente ancora, infatti, del fascino esercitato dal concetto di *scala naturae*²⁰ aristotelico: più l'Uomo va avanti nella Storia, più procede verso crescenti livelli di perfezione. Questo *ethos* che permea buona parte del pensiero contemporaneo produce delle pericolose distorsioni concettuali. Il Tempo infatti non determina nell'essere umano mutamenti ontologici ma soltanto differenti relazioni d'adattamento con l'ambiente circostante²¹: ai fini della mia analisi, determina differenti visioni del mondo. Spogliando quindi l'interpretazione evoluzionista del suo manto

¹⁷ Per approfondimenti, vedi qui **II capitolo**.

¹⁸ "Per enucleare dapprima le differenze caratteristiche, si deve necessariamente parlare in termini di "tipi ideali", usando un linguaggio concettuale che in un certo senso fa violenza alla realtà storica; ma altrimenti sarebbe semplicemente esclusa la possibilità di una chiara formulazione, a furia di restrizioni e clausole". **Weber, Max** (2006), *L'etica protestante e lo spirito del capitalismo*, Bur, Milano, nota 70, p. 268.

¹⁹ **Landsberg, Paul-Louis** (2002), op. cit., p. 10.

²⁰ È significativo notare che questo stesso concetto ha assunto connotazioni diverse (anche opposte fra di loro) a seconda della configurazione narrativa nella quale veniva utilizzato; traduceva proiezioni interiori d'*habitus* psichici ogni volta differenti. Per approfondimenti, **Lovejoy, Arthur O.** (1966), *La grande catena dell'essere*, Feltrinelli. D'altra parte Merton dirà: "Le cangianti definizioni di concetti nominalmente identici rappresentano un fruttuoso campo di ricerche sociologiche". **Merton, Robert K.** (2011), *Scienza, religione e politica*, Il Mulino, Bologna, nota 13, p. 59.

²¹ Per approfondimenti, **Oliverio, Alberto** (1984), *Storia naturale della mente*, Boringhieri, Torino.

ideologico si può affermare, senza incorrere nel rischio di esprimere giudizi di valore²², che le esistenze sociali sono il prodotto di configurazioni i cui livelli di complessità possono essere differenti. Così, anche la produzione sociale di conoscenza, inserita in un processo di lunga durata, può avanzare o regredire, espandersi o ridursi. Può diventare più adeguata alla realtà, meno appesantita dalla fantasia, o viceversa. Le società, in questo senso, si differenziano per diversi livelli di integrazione intesi come canalizzazioni dei livelli inferiori²³.

I successi conseguiti dal pensiero scientifico a partire dal XVII secolo, hanno determinato una frattura storico-epistemologica: è “reale” solo ciò che supera con successo i controlli sperimentali e può essere ridotto a misurazione. Tutto ciò che non rientra in questi parametri afferisce al mondo delle qualità e, in ultima analisi, dell’illusione²⁴. È in questa “età eroica” che la scienza ha acquisito una sorta di “extraterritorialità culturale” che l’ha sottratta, praticamente fino ai nostri giorni, ad indagini critiche²⁵. Le “leggi di natura”²⁶ apparivano come conquiste teoriche atemporali, risultato di speculazioni e verifiche effettuate in una sorta di “vuoto pneumatico”. Questa “extraterritorialità culturale” garantiva alla scienza un’impermeabilità ai condizionamenti socio-storici e un isolamento dagli altri campi del sapere. Più in generale si ritiene che l’affermazione del metodo sperimentale abbia decretato la transizione da uno stadio pre-razionale - stadio dove l’uomo si affida alla rivelazione per risolvere i grandi misteri dell’universo -, ad uno razionale - dove l’uomo attraverso il Metodo Scientifico può trovare risposta a tutte le sue domande. Per dirla con Koyré, si passa dal “mondo del pressappoco all’universo della precisione”²⁷. In quest’ “universo della precisione” l’uomo recide il cordone ombelicale che lo teneva legato a pratiche misteriosofiche e può avere finalmente accesso alla “vera” conoscenza.

Ma le cose non sono così semplici.

Sotto la lente dell’analisi socio-storica, i confini tra conoscenza scientifica e conoscenza magico-mistica tendono a sfumare, talvolta a confondersi. Le spinte che orientano l’attività di produzione sociale di conoscenza scientifica si fondano spesso su fondamenti irrazionali così come le sintesi teoriche, anche le più imponenti, poggiano spesso su corpi di sapere extrascientifici. Così ci si rende conto che, al mutare delle configurazioni socio-storiche, cambiano le modalità con cui si interroga la realtà ma non cambia l’istanza antropologica che ci spinge a porre domande: la ricerca di orizzonti di senso.

²² Popper dirà: “In biologia hanno spesso definito come “più adatti” gli esseri che più spesso sopravvivono. L’affermazione “l’evoluzione tende a produrre forme più elevate perché soltanto i più adatti sopravvivono” può sembrare una spiegazione. Ma se in questo caso sostituiamo a “i più adatti” la frase che li definisce, otteniamo: “l’evoluzione tende a produrre forme più elevate perché le forme che più spesso sopravvivono sono quelle che sopravvivono più spesso”. Così la nostra frase esplicativa è degenerata in una tautologia. Ma una tautologia non può spiegare niente”. **Popper, Karl R.** (1996), *La conoscenza e il problema corpo-mente*, Il Mulino, Bologna, p. 75.

²³ Per approfondimenti, **Elias, Norbert** (1998), op. cit.

²⁴ Basti pensare alla “rimozione dell’animale” invocata da Galileo. La negazione delle qualità atta a rendere “oggettivo” il Metodo Scientifico contraddistingue le riflessioni di tutti i Padri della scienza moderna.

²⁵ Per approfondimenti, **Prigogine, Ilya; Isabelle Stengers** (1999), op. cit.; vedi qui **VII Capitolo**.

²⁶ A questo riguardo è molto significativa la riflessione del premio Nobel per la chimica Prigogine: “La scienza moderna è basata sulla nozione di “legge di natura”. Noi vi siamo talmente abituati che per noi è diventata qualcosa di simile a un truismo, eppure essa racchiude implicazioni molto profonde. Una di queste caratteristiche essenziali consiste precisamente nell’eliminazione del tempo. Io ho sempre pensato che in tutto ciò l’elemento teologico abbia giocato un ruolo importante. Per Dio tutto è dato; novità, scelta o azione spontanea dipendono dal nostro punto di vista umano, mentre agli occhi di Dio il presente contiene il futuro come il passato. In quest’ottica lo studioso grazie alla conoscenza delle leggi della natura si avvicina progressivamente alla conoscenza divina”. **Prigogine, Ilya** (1993), *Le leggi del caos*, Laterza, Roma-Bari, p. 7.

²⁷ Per approfondimenti, **Koyré, Alexandre** (2000), op. cit.

Eppure dal Secolo dei Lumi in poi s'è assistito ad una sorta di rimozione collettiva per cui, come dirà Wunenburger, si affermerà "un'immagine dell'uomo che agisce mosso da ragione, idee chiare, certezze e calcolo. Le esigenze del corpo vantano sicuramente un proprio spazio, ma ad un proprio livello, possibilmente ben perimetrato e sorvegliato da un Io razionale egemonico [...]". In breve, l'immaginazione priva della ragione genera mostri e l'immaginario, qualora s'impossessi dello spirito, condanna generalmente quest'ultimo all'alienazione"²⁸. La sociogenesi di questa visione del mondo ha radici profonde; dirà Parini: "Scienza e applicazione tecnica, insieme, sono stati i perni che hanno sostenuto la logica della produzione imposta con le rivoluzioni industriali che hanno dato avvio alla modernità. Ma la scienza ha fatto di più, fornendo all'uomo occidentale uno sfondo rassicurante, costituito da dogmi e credenze. Ad esempio, la fiducia che la natura, tradizionalmente percepita come indomabile, possa essere asservita al benessere degli individui e che le sue forze ostili possano essere domate; parallelamente si è diffusa la credenza che in potenza qualsiasi minaccia per gli uomini possa venire allontanata attraverso il progresso delle scienze. La scienza ha anche inserito all'interno di questo sfondo rassicurante alcune definizioni di ciò che è desiderabile, ossia delle mete culturali che danno per scontato il perseguimento del benessere attraverso lo sfruttamento della natura. L'oscurantismo è diventato la principale accusa da rivolgere a chi, a questa logica che diventa anche tensione etica e morale, oppone argomenti contrari"²⁹. La scienza ha assolto una funzione lenitiva dell'angoscia che lei stessa ha contribuito a produrre innescando - non certo da sola - quello che in sociologia viene definito il "disincanto del mondo"³⁰. Gauchet dirà: "il dileguarsi dei maghi, la sparizione del popolo degli influssi e delle ombre sono il segno superficiale d'una rivoluzione ben altrimenti profonda nei rapporti fra cielo e terra, rivoluzione attraverso la quale è decisamente in gioco la ricostruzione del soggiorno degli uomini indipendentemente dal divino"³¹. Questa rivoluzione dei rapporti fra cielo e terra ha conseguenze decisive per la strutturazione di un nuovo habitus psichico; dirà Weber: "Ovunque l'applicazione sistematica delle conoscenze empirico-razionali ha privato il mondo del suo aspetto magico e ne ha fatto un meccanismo soggetto alle leggi della causalità, il postulato etico secondo il quale il mondo è un cosmo ordinato da Dio, che di conseguenza ha un certo senso sul piano morale, è stato definitivamente contestato, perché una concezione empirica e, a maggior ragione, matematica del mondo, esclude, per principio, qualsiasi modo di pensiero che cerchi un senso, qualunque esso sia, nei fenomeni del mondo interiore"³². Muta la posizione dell'uomo nel mondo e, con essa, la sua auto-percezione: "La rivoluzione che dischiuse le porte dell'Età moderna fece esplodere i confini dell'antico cosmo e delineò un universo infinito, senza confini apparenti, indefinitamente estendibile nello spazio e nel tempo. Venne meno l'armonia prestabilita fra l'ordine del cosmo e l'ordine della conoscenza. Tutte le entità che popolavano il cosmo medievale erano inserite e classificate in una gerarchia nella quale i valori determinavano la collocazione spaziale delle entità. Tale cosmo era limitato nello spazio e nel tempo, e i suoi limiti definivano i limiti del pensiero. La sua saldezza era proporzionale all'impossibilità di una sua effettiva evoluzione. Gli sviluppi della conoscenza non avrebbero potuto condurre a reali sorprese, giacché era la stessa struttura della realtà a indicare e a regolare le possibili direzioni di questi

²⁸ **Wunenburger, Jean-Jacques** (2008), *L'immaginario*, Melangolo, Genova, p. 7.

²⁹ **Parini, Giap Ercole** (2006), *Sapere scientifico e modernità*, Carocci, Roma, pp. 10-11.

³⁰ Weber lo definirà come "l'eliminazione della magia in quanto tecnica di salvezza". **Gauchet, Marcel** (1992), op. cit., p. 7.

³¹ **Ivi**, p. 8.

³² Weber, Max, *Sociologia delle religioni*, in **Aron, Raymond** (1972), *Le tappe del pensiero sociologico*, Mondadori, Milano, p. 500.

sviluppi³³. Questo nuovo rapporto con la realtà, conseguenza della “dissoluzione del cosmo”³⁴, ha causato quella che Lenoble ha definito “l’ansietà dell’uomo moderno”³⁵. Questo sentimento fu il prezzo da pagare per quel processo iniziato già con la tradizione scolastica³⁶; dirà Pecchinenda: “A ridosso del Medioevo, l’uomo occidentale ha cominciato a liberarsi dall’asfissiante oppressione del suo Dio unico, onnipotente e severo, per cominciare una fuga “verso la libertà” e verso l’autonomia il cui conto, in termini psicologici, non è stato ancora del tutto saldato. Così come un bambino, una volta abbandonata una relazione con i genitori, tende a rifugiarsi in una condotta narcisistica di onnipotenza, allo stesso modo l’uomo occidentale, uscito dal suo stato di dipendenza, abbandonato il suo Dio (e con esso la sua guida di fronte all’incertezza dell’esistenza), avrebbe assunto una condotta simile. In seguito nel corso dei secoli successivi, egli avrebbe cominciato a rendere più solida tale illusione di onnipotenza servendosi della razionalità e del dominio tecnico-scientifico del mondo. La vittoria del razionalismo fu una conseguenza dell’impulso ad una totale autonomia e ad un definitivo superamento della minorità medievale. Si affermò il primato del pensiero tecnico-oggettivante, la cui applicazione era la sola che prometteva una coscienza sempre crescente del potere [...]. Richter³⁷ definisce tale atteggiamento “il complesso di Dio”, considerandolo una naturale conseguenza della rinuncia alle garanzie protettive offerte dalla religione a favore di una fantasia narcisistica di onnipotenza”³⁸.

La questione determinante che spesso si tende a dimenticare è che la scienza moderna quando si afferma non rinuncia affatto a “garanzie epistemologiche ultraterrene”³⁹. La forza che la spinge inizialmente è data proprio da questa sua natura ibrida in cui gli ancoraggi trascendenti - di derivazione magico-religiosa -, costituiscono i fondamenti della riflessione empirico-razionale. Solo in un secondo momento - nel secolo dei Lumi⁴⁰ - si taglieranno i ponti con il trascendente; questa scissione, che provocherà molti dei problemi epistemologici che affliggeranno la scienza contemporanea, avverrà *de iure* ma non *de facto*. Il brano che segue aiuta a chiarire questo passaggio fondamentale: “La scienza classica era nata in una cultura dominata dall’alleanza fra l’uomo, inteso come cerniera fra l’ordine divino e l’ordine naturale, e Dio, il legislatore razionale e intellegibile, l’architetto sovrano che abbiamo concepito a nostra immagine e somiglianza. Essa è sopravvissuta a un tale momento di consonanza culturale che aveva permesso a filosofi e a teologi di fare scienza e a scienziati di decifrare e commentare la saggezza e la potenza divina che operano nel creato. Con il sostegno della religione e della filosofia, gli uomini di scienza avevano concepito la loro impresa come autosufficiente, suscettibile di esaurire ogni possibilità di approccio razionale ai fenomeni della natura. Il rapporto tra la descrizione scientifica e la filosofia della natura non aveva bisogno, in questo senso, di essere giustificato. Andava da sé che scienza e filosofia convergessero: la scienza stava scoprendo i principî di un’autentica filosofia naturale. Questo sentimento di autosufficienza sopravviverà negli uomini di scienza anche dopo la dipartita del Dio classico, sopravviverà alla scomparsa della garanzia epistemologica che offriva la teologia. Certamente lo scienziato si ritrova solo sulla Terra, ma la scienza che egli eredita

³³ **Bocchi, Gianluca; Ceruti, Mauro** (2000), *Origini di storie*, Feltrinelli, Milano, p. 104.

³⁴ Per approfondimenti, vedi qui **nota 15**.

³⁵ Per approfondimenti, **Lenoble, Robert** (1976), *Le origini del pensiero scientifico moderno*, Laterza, Roma-Bari.

³⁶ Per approfondimenti, vedi qui **V Capitolo**.

³⁷ Per approfondimenti, **Richter, Horst-Eberhard** (2001), *Il complesso di Dio*, Ipermedium, Napoli.

³⁸ **Pecchinenda, Gianfranco** (2008), *Homunculus. Sociologia dell’identità e autonarrazione*, Liguori, Napoli, pp. 176-177.

³⁹ Per approfondimenti, vedi qui **VII Capitolo**.

⁴⁰ Per approfondimenti, vedi qui **Ibidem**.

non è più quella che doveva difendere la sua procedura contro gli aristotelici [...]. La scienza, divenuta laica, è rimasta tuttavia l'annunciazione profetica di un mondo che viene descritto secondo un ideale divino, o demoniaco; è la scienza di Newton, il novello Mosè a cui si è svelata la verità del mondo. È una scienza rivelata, definitiva, estranea al contesto sociale e storico che l'identifica come attività di una comunità umana. Si può ritrovare questo tipo di discorso profetico, ispirato, in tutto il corso della storia della scienza"⁴¹. La dipartita del Dio classico dal quadro della riflessione è così sintetizzata da Latour: "Bisognava regolare la questione di Dio [...] pur mantenendola presentabile e commerciabile. I successori di Hobbes e di Boyle si impegnarono con successo svuotando dalla presenza divina gli uni la natura, gli altri la società. Il potere scientifico "non aveva più bisogno di quest'ipotesi"⁴²; quanto ai politici, potevano fabbricare il "dio mortale" del Leviatano, senza doversi più occupare di quello immortale le cui Scritture, già con Hobbes, non erano più interpretate dal sovrano se non in modo figurativo. Non c'è niente di autenticamente moderno se non si accetta di allontanare Dio dal gioco delle leggi della natura come di quelle della Repubblica. Dio diventa il Dio barrato della metafisica"⁴³.

La scomparsa della motivazione religiosa, che in origine aveva animato la pratica scientifica, determina una modalità di produzione di conoscenza scientifica che potremmo definire paradossale: la fiducia della conoscibilità razionale del mondo si fonda su basi extrarazionali. Whitehead dirà: "La scienza moderna ha dato avvio ad un nuovo modo di intendere il mondo che ha modificato i presupposti metafisici e le facoltà immaginative del nostro spirito, di modo che i vecchi stimoli provocano reazioni nuove. Si sarebbe sviluppata una fede istintiva nell'Ordine della Natura la cui impronta può essere scoperta in ogni evento circostanziato [...]. La fede nell'ordine della natura, che ha permesso lo sviluppo della scienza, è in effetti un caso particolare di una fede più profonda. Questa fede non può essere giustificata da nessuna generalizzazione induttiva"⁴⁴. In più, l'esercizio del pensiero empirico-razionale, non ci consente, come apparirebbe da una analisi superficiale, una più profonda conoscenza del mondo in cui viviamo. *De facto* la produzione sociale di conoscenza scientifica mantiene la sua componente fideistica; dirà Weber in proposito: "[...] Abbiamo una conoscenza delle condizioni di vita nelle quali esistiamo maggiore di quella di un Indiano o di un Ottentotto? Ben difficilmente. Chiunque di noi viaggi in tram non ha la minima idea - a meno che egli non sia un fisico specializzato - di come la vettura riesca a mettersi in movimento; e neppure ha bisogno di saperlo. Gli basta di poter "fare assegnamento" sul modo di comportarsi della vettura tranviaria, ed egli orienta il suo comportamento in base ad esso [...]. Il selvaggio ha una conoscenza incomparabilmente migliore dei suoi utensili [...]. La crescente razionalizzazione significa avere la fede che, se soltanto si volesse, si potrebbe - in linea di principio - in ogni momento venire a conoscenza di quelle condizioni"⁴⁵. Nella prassi però, i profani, si rapportano con la scienza e con i suoi prodotti come ci si rapporta con il trascendente: affidandosi. Hall, dirà: "Ai non iniziati si presenta l'immagine di un sapere monolitico, indiscutibile, dalle procedure infallibili, tra l'altro sostenuto, per fare fronte ai momentanei fallimenti, dalla logica della potenziale, quanto necessaria, risolvibilità dei problemi. Sarà irriverente accostare lo scienziato ai maghi e agli stregoni, tuttavia anche lo scienziato conquista prestigio creando degli incanti che sbalordiscono la comunità dei

⁴¹ **Prigogine, Ilya; Stengers, Isabelle** (1999), op. cit., pp. 52-79.

⁴² Latour qui cita Laplace: quando Napoleone gli chiese che posto occupasse Dio nel suo sistema, lo scienziato rispose: "Non ho bisogno di quest'ipotesi".

⁴³ **Latour, Bruno** (2009), *Non siamo mai stati moderni*, Elèuthera, Milano, pp. 52-53.

⁴⁴ **Whitehead, Alfred N.** (1979), *La scienza e il mondo moderno*, Boringhieri, Torino, pp. 20-36.

⁴⁵ **Weber, Max** (2004), *La scienza come professione. La politica come professione*, Einaudi, Torino, pp. 20-21.

credenti, che si traducono in utilità economica e sociale. La scienza, quindi, diventa “scienza buona” perché è intellettualmente adeguata, perché promette vantaggi al genere umano, e perché è una forma di venerazione della maestà divina in quella che è la sua creazione”⁴⁶.

A fronte di queste considerazioni non è forse sbagliato affermare che la conoscenza scientifica ha un carattere sacro; Bloor dirà: “Così come l’esperienza religiosa trasforma la nostra esperienza della società, allo stesso modo, secondo la mia ipotesi, operano la filosofia, l’epistemologia o qualsiasi concezione generale della conoscenza. Pertanto, la risposta alla domanda sul motivo per cui la conoscenza dovrebbe essere considerata sempre sacra è la seguente: quando pensiamo alla conoscenza pensiamo alla società, e se Durkheim ha ragione, la società tende ad essere percepita come sacra”⁴⁷. E allora è forse corretto sostenere che la conoscenza scientifica non solo condivide il carattere del sacro ma assolve anche le sue funzioni; dirà Eliade: “È difficile immaginare come lo spirito umano potrebbe funzionare senza la convinzione che nel mondo vi sia qualcosa di irriducibilmente *reale*; ed è impossibile immaginare come la coscienza potrebbe manifestarsi senza conferire un significato agli impulsi e alle esperienze dell’uomo. La coscienza di un mondo reale e dotato di significato è legata intimamente alla scoperta del sacro. Mediante l’esperienza del sacro lo spirito umano ha colto la differenza tra ciò che si rivela reale, potente, ricco e dotato di significato, e ciò che è privo di queste qualità: il flusso caotico e pericoloso delle cose, le loro apparizioni e le loro scomparse fortuite e vuote di significato. Il “sacro” è insomma un elemento nella struttura della coscienza stessa”⁴⁸. E quindi: “Vi sono da tenere presenti i possibili sviluppi derivanti dal concetto che la religiosità costituisce una struttura finale della coscienza; che essa non dipende da innumerevoli ed effimere (in quanto storiche) opposizioni tra “sacro” e “profano”, così come le incontriamo nel corso della storia. In altre parole, la scomparsa delle “religioni” non implica affatto la scomparsa della *religiosità*; la secolarizzazione di un valore religioso costituisce semplicemente un fenomeno religioso che, in fin dei conti, illustra la legge della trasformazione universale dei valori umani; il carattere “profano” di un precedente comportamento “sacro” non presuppone una soluzione di continuità: il “profano” non è che una nuova manifestazione della stessa struttura costitutiva dell’uomo che prima si manifestava attraverso espressioni “sacre””⁴⁹.

Quello che sto cercando di affermare è che la produzione sociale di conoscenza scientifica è una forma declinata della *religiosità* della coscienza umana, di quella istanza antropologica di ricerca di senso cui abbiamo fatto cenno sopra. In questo senso la frattura storico-epistemologica causata dall’introduzione del Metodo Scientifico appare come una costruzione idealizzata realizzata *ex post*⁵⁰.

Con lo strumento teorico delle configurazioni narrative, cercherò di restituire un quadro delle condizioni socio-storiche, ogni volta diverse, in cui si è prodotta conoscenza scientifica. Si è tentato il superamento di alcune dicotomie che caratterizzano la riflessione sociologica che non trovano, secondo me, riscontro nei fatti. L’habitus psichico di un individuo di una certa epoca è infatti il prodotto dell’esistenza sociale nella sua totalità. La sua produzione di conoscenza sarà quindi *sociale* nel senso che risentirà di tutte le influenze che caratterizzano la sua quotidianità. Sul piano dei concetti, campi del sapere che paiono completamente slegati l’uno dall’altro, convergeranno inevitabilmente così

⁴⁶ Hall, Boas M.; Hall, Rupert A. (1979), *Storia della scienza*, Il Mulino, Bologna, p. 248.

⁴⁷ Bloor, David (1976), La dimensione sociale della conoscenza, in Parini, Giap Ercole (2006), op. cit., p. 61.

⁴⁸ Eliade, Mircea (2008), *Storia delle credenze e delle idee religiose*, Vol. I, Bur, Milano, p. 7.

⁴⁹ Eliade, Mircea (2006), *Il sacro e il profano*, Bollati Boringhieri, Torino, p. 10.

⁵⁰ Per approfondimenti, vedi qui VII Capitolo.

come, sul piano sociale, mutamenti nelle gerarchie provocheranno la nascita di nuove sintesi teoriche.

Molti sono gli esempi che dimostrano quanto detto. La concezione greca della natura che ha forgiato la cosmologia dell'Occidente nei secoli seguenti, è secondo Whitehead essenzialmente drammatica perché concepita alla stregua di un'opera d'arte: "Le conseguenze della drammaturgia greca furono molteplici e svariate quanto al modo in cui essa influì direttamente sul pensiero. I padri spirituali dell'immaginazione scientifica quale sussiste ancora oggi sono i grandi tragici ateniesi, Eschilo, Sofocle ed Euripide. Il loro concetto di un fato inesorabile e indifferente, che spinge un tragico evento alla sua inevitabile conclusione, è un concetto che la scienza condivide. Il fato della tragedia diventa l'ordine della natura nel pensiero moderno [...]. Solo questi casi infatti dimostrano in un dramma come sia impossibile sfuggire al fato. Questa inesorabile ineluttabilità impregna di sé il pensiero scientifico. Le leggi della fisica sono il decreto del fato"⁵¹. Immaginazione e pensiero scientifico non costituiscono una dualità oppositiva. Popper, massimo esponente del razionalismo critico, dirà: "Il mio modo di vedere la cosa - per quello che vale - è che non esiste nessun metodo logico per avere nuove idee [...]. Ogni scoperta contiene un elemento irrazionale"⁵². Lo stesso linguaggio scientifico ha origini extrascientifiche; dirà Russo: "L'evoluzione della *dimostrazione* dalla generica argomentazione a quella che possiamo chiamare "dimostrazione sillogistica" di Aristotele dovette infatti molto allo sviluppo della retorica deliberativa e giudiziaria, ossia dell'arte di argomentare in modo convincente nelle assemblee e nei tribunali, sviluppatasi in particolare nelle democrazie greche del V secolo. Vi è un importante legame tra l'esistenza di qualche forma di democrazia e lo sviluppo delle capacità argomentative che ha portato al metodo dimostrativo"⁵³. Inoltre l'immaginazione scientifica si è da sempre servita - probabilmente in modo inconsapevole - di metafore tecnologiche per spiegare teorie altrimenti inesplicabili. Teorie che avevano immediate ricadute cosmologiche: emblematico è il caso dell'orologio; diranno Prigogine e Stengers: "È interessante notare come quasi immediatamente l'orologio modellò l'universo simbolico basso-medievale diventando il simbolo stesso dell'ordine delle cose: l'orologio è un meccanismo costruito, sottomesso ad una razionalità che gli è esterna, governato da un progetto che le sue rotelle realizzano ciecamente. Il mondo-orologio è una metafora che evoca il Dio-orologiaio, razionale costruttore di una natura robotica [...]. Gli scienziati stavano scoprendo il segreto "della grande macchina dell'universo"⁵⁴. La variabile religiosa, elemento irrazionale per eccellenza, ha avuto un'importanza decisiva nell'affermazione del pensiero scientifico. Notissima l'argomentazione di Merton secondo cui la dottrina protestante avrebbe valorizzato non solo caratteristiche come la sistematicità, la metodicità, il razionalismo ma avrebbe incentivato anche la diligenza nello studio empirico e individualizzato della Natura e l'impegno concreto nelle attività pratiche. Se la Natura era infatti vista come rivelatrice della grandezza di Dio, l'impegno nelle attività pratiche si presentava come segno della propria salvezza. "L'etica religiosa, considerata come forza sociale, consacrava la scienza in modo tale da farne oggetto di rispetto ed elogio esplicito. Con il protestantesimo, la religione fornì quest'interesse: cioè, di fatto, impose l'obbligo di intensa partecipazione nell'attività secolare, ponendo l'accento, inoltre, sull'esperienza e sulla ragione intese come basi per l'azione e la fede"⁵⁵. Ebbe un ruolo importante in

⁵¹ **Whitehead, Alfred N.** (1979), op. cit., pp. 26-29.

⁵² **Popper, Karl R.** (1970), *Logica della scoperta scientifica*, Einaudi, Torino, p. 11.

⁵³ **Russo, Lucio** (2008), *La rivoluzione dimenticata*, Feltrinelli, Milano, pp. 202-204; Per approfondimenti, vedi qui **III Capitolo**.

⁵⁴ **Prigogine, Ilya; Isabelle Stengers** (1999), op. cit., p. 46; per approfondimenti, vedi qui **V Capitolo**.

⁵⁵ **Merton, Robert K.** (2011), op. cit., p. 83; per approfondimenti, vedi qui **VI Capitolo**.

questo processo, naturalmente, anche la variabile economica; dirà Weber: “[...] Lo sviluppo di queste scienze e della tecnica basata su di esse a sua volta ricevette e riceve impulsi decisivi dalle prospettive capitalistiche, che si connettono alla loro applicabilità economica in qualità di premi. Non che la nascita della scienza occidentale sia stata determinata da tali prospettive e risorse, questo no [...]. Ma certamente l’applicazione tecnica di conoscenze scientifiche - questo fenomeno decisivo per l’ordinamento della vita delle nostre masse - fu condizionato da premi economici che, in Occidente, furono precisamente legati a tale applicazione. Ma questi premi emanavano dalla natura peculiare dell’ordine sociale dell’Occidente”⁵⁶. Una delle maggiori sintesi teoriche della modernità è, secondo diversi studiosi, una razionalizzazione dell’ordine sociale che vedeva la borghesia dominare. La teoria darwiniana⁵⁷ sarebbe stata: “La conseguenza della trasformazione dei rapporti sociali europei che si verificarono in seguito all’affermazione della borghesia, alla sostituzione del potere ereditario per volere divino con quello derivante dalle attività imprenditoriali. L’idea del cambiamento era inconcepibile in un mondo sociale caratterizzato da rapporti ereditari fissi il cui corrispettivo era un mondo naturale ordinato, ma statico, in cui le varie specie si collocavano lungo i gradini di una scala gerarchica, occupando livelli fissi e immutabili [...]. Cosicché la teoria dell’evoluzione può essere considerata tipica di una società che andò incontro a rapidi mutamenti, così come avvenne nell’Europa ottocentesca”⁵⁸. L’affermazione delle dottrine scientifiche del XVII secolo risultavano essere il prodotto di un movimento di reazione ad una preoccupante forma di scetticismo dilagante⁵⁹ dovuta probabilmente ad uno scollamento dai quadri tradizionali dell’esperienza: “Lo schema fondamentale ecclesiastico-religioso dell’esperienza di sé e del mondo cominciò ad essere corrosivo dal dubbio e a perdere la sua ovvietà [...]. Si produsse un certo allentamento e una certa perdita di potere delle formazioni ed istituzioni sociali che erano state le principali portatrici di questa tradizione concettuale”⁶⁰. Inoltre le sintesi teoriche prodotte dai Padri della scienza moderna, raramente furono ispirate da motivi razionali. La dottrina copernicana si caratterizzava per una forte tensione ultraterrena: l’importanza che in essa è assegnata alla posizione del Sole, non è dovuta a calcoli matematici, ma alla convinzione della sua natura divina⁶¹. Keplero anche più di Copernico fu spinto alle sue ricerche da un mistico fervore semi-religioso: il desiderio di scoprire la semplice magia dei numeri e di dimostrare l’armonia delle sfere celesti. Egli fonda la ricerca della legge matematica che governa i moti planetari nella scoperta di una mirabile corrispondenza tra il cosmo e la Trinità creatrice⁶². Galileo, seppure finì sotto processo, considerava la scienza come la via

⁵⁶ **Weber, Max** (2006), *L’etica protestante e lo spirito del capitalismo*, Bur, Milano, p. 45.

⁵⁷ Per approfondimenti, vedi qui **VII Capitolo**.

⁵⁸ **Oliverio, Alberto** (1984), op. cit., p. 15.

⁵⁹ Dirà Koyré: “Lo scetticismo non è un’attitudine vitale. A lungo, è intollerabile. Non inganniamoci: “il molle guanciale del dubbio” è durissimo. L’uomo non può rinunciare definitivamente, senza speranza, alla certezza, alla “sicurezza” del giudizio come dice Cartesio. Ne ha bisogno per vivere, per orientarsi nella vita. Così alla fine del XVI secolo si profila un movimento di reazione: Charron, Bacone, Cartesio: la fede, l’esperienza, la ragione”. **Koyré, Alexandre** (1996), op. cit., p. 43.

⁶⁰ **Elias, Norbert** (1990), *La società degli individui*, Il Mulino, Bologna, p. 71.

⁶¹ Per approfondimenti, **Butterfield, Herbert** (1998), *Le origini della scienza moderna*, Il Mulino, Bologna; **Crombie, A. C.** (1970), *Da S. Agostino a Galileo*, Feltrinelli, Milano; **Grant, Edward** (2001), *Le origini medievali della scienza moderna*, Einaudi, Torino; **Hall, Rupert A.** (1976), *La rivoluzione scientifica 1500/1800*, Feltrinelli, Milano; **Koyré, Alexandre** (1966), *La rivoluzione astronomica*, Feltrinelli, Milano; **Kuhn, Thomas S.** (2000), op. cit.; **Mamiani, Maurizio** (2002), *Storia della scienza moderna*, Laterza, Roma-Bari; vedi qui **VI Capitolo**.

⁶² Per approfondimenti, **Crombie, A. C.** (1970), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1966), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1973), op. cit.; **Mamiani, Maurizio** (2002), op. cit.; **Popper, Karl R.** (2004), *Tutta la vita è risolvere problemi*, Fabbri Editori, Milano; vedi qui **VI Capitolo**.

migliore per avvicinarsi a Dio: l'anima umana, creata a immagine e somiglianza di Dio, è capace di raggiungere con fatica le verità intellegibili che governano il piano della creazione. Essa può dunque progredire gradualmente verso una conoscenza del mondo che Dio, Lui, possiede intuitivamente, pienamente e interamente⁶³. Inoltre secondo una brillante tesi di Panofsky⁶⁴, sul pensiero scientifico di Galileo graverebbero anche considerazioni di carattere estetico. Bacone fonda tutta la sua riflessione su una concezione di natura che appartiene alla tradizione biblica. Per lui, infatti, la natura è il sigillo dell'imperfezione, ovvero della caduta dell'uomo a causa del peccato originale, dal quale tuttavia ci si può parzialmente liberare instaurando, mediante la conoscenza empirica ed il suo prolungamento tecnico, il *regnum hominis*, con ciò mantenendo fede all'idea biblica dell'uomo come "signore della terra"⁶⁵. La produzione scientifica di Cartesio è incentrata su una metafisica dove Dio è il centro di tutto: "E' l'esistenza di Dio che garantisce il valore delle idee chiare e semplici [...] e che si pone a fondamento della sua fisica"⁶⁶. Nella concezione della scienza newtoniana dichiarazioni metafisiche giocano un ruolo fondamentale. Il nostro mondo, per Newton, fu creato dal puro volere di Dio; bisognava solo scoprire ciò che Egli aveva fatto. Il credo nella creazione diventa per lui il fondamento della scienza empirico-matematica. È noto, tra l'altro, che Newton fu un devoto della scienza ermetica e dell'alchimia⁶⁷.

Non lasciamoci ingannare dai secoli che ci dividono da questi pensatori. La produzione sociale di conoscenza scientifica non otterrà mai uno statuto epistemologico "puro". La scienza risentirà sempre di influssi esterni alla sua sfera. Quando *sembrerà* affrancarsi da ancoraggi divini si ritroverà suo malgrado dipendente dalla tecnologia. La preponderanza dell'elemento tecnologico su quello puramente scientifico è un fenomeno a cui si assiste nel XX secolo e che determinerà la perdita di controllo sui propri strumenti da parte dello scienziato. Riprendiamo il paradosso weberiano - dove il "tram" ha valore allegorico - a cui s'è fatto cenno prima; se oggi si chiedesse non ad un profano, ma ad un fisico specializzato, di spiegarci il funzionamento del "tram", molto probabilmente non si otterrebbe una risposta soddisfacente: il "tram" è diventato troppo complesso per poterlo comprendere nella sua totalità. Questa forma di alienazione mette in crisi i fondamenti stessi della scienza classica alla cui base c'è la tesi che "l'uomo può davvero conoscere ciò che fa o costruisce e *soltanto* ciò che fa o costruisce"⁶⁸. Le modalità di produzione sociale

⁶³ Per approfondimenti, **Crombie, A. C.** (1970), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1966), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1973), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1976), op. cit.; **Geymonat, Ludovico** (1969), *Galileo Galilei*, Einaudi, Torino; **Drake, Stillman** (1981), *Galileo*, Dall'Oglio, Milano; **Buccianini, Massimo** (2007), *Galileo e Keplero*, Einaudi, Torino; **Mamiani, Maurizio** (2002), op. cit.; vedi qui **VI Capitolo**.

⁶⁴ "Galileo, libero da ogni forma di misticismo, è però sensibile ai preconcetti del purista e del classicista: [...] rappresentò una curiosa mescolanza di intuizioni profetiche e di accademismo per quanto riguarda il suo atteggiamento mentale nei confronti delle arti visive". **Panofsky, Erwin** (2008), *Galileo critico delle arti*, Ascondita, Milano, p. 71.

⁶⁵ Per approfondimenti, **Butterfield, Herbert** (1998), op. cit.; **Crespi, Franco; Fornari, Fabrizio** (1998), *Introduzione alla Sociologia della conoscenza*, Donzelli, Roma; **Koyré, Alexandre** (2000), op. cit.; **Rossi, Paolo** (1974), *Francesco Bacone*, Einaudi, Torino; **Rossi, Paolo** (2007), *I filosofi e le macchine*, Feltrinelli, Milano; **Rossi, Paolo** (2009), *La nascita della scienza moderna in Europa*, Laterza, Roma-Bari; **Wiener, Philip P; Noland, Aaron** (a cura di) (1977), *Le radici del pensiero scientifico*, Feltrinelli, Milano; vedi qui **VI Capitolo**.

⁶⁶ **Koyré, Alexandre** (1996), op. cit., p. 85. Per approfondimenti, **Butterfield, Herbert** (1998), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (2003), op. cit.; **Crespi, Franco; Fornari, Fabrizio** (1998), op. cit.; **Lenoble, Robert** (1976), op. cit.; **Rossi, Paolo** (2007), op. cit.; vedi qui **VI Capitolo**.

⁶⁷ Per approfondimenti, **Butterfield, Herbert** (1998), op. cit.; **Borzacchini, Luigi** (2010), *Il computer di Ockham*, Dedalo, Bari; **Koyré, Alexandre** (1972), op. cit.; **Mamiani, Maurizio** (2002), op. cit.; **Prigogine, Ilya; Isabelle Stengers** (1999), op. cit.; **Rossi, Paolo** (2006), *Il tempo dei maghi*, Cortina, Milano; vedi qui **VI Capitolo**.

⁶⁸ **Rossi, Paolo** (2007), op. cit., p. 150.

di conoscenza scientifica contemporanea neutralizzano anche il dubbio metodologico che è alla base del metodo scientifico: “Con il sapere oggettivato gli scienziati rischiano di perdere la possibilità di fare esperienza diretta dei limiti degli strumenti o delle procedure che mettono in pratica, accettandone acriticamente le implicazioni. Il dubbio metodologico risulta neutralizzato, oppure relegato allo stato di semplice preconditione ideologica per la pratica scientifica. Si attua una sostituzione dell’azione individuale e responsabile con la proceduralità asettica del lavoro di *équipe*. Questo processo non riguarda più soltanto la diretta conduzione degli esperimenti scientifici, bensì, tutto intero, il processo di ricerca, dalla scelta dell’oggetto alla messa a punto del metodo. In breve, il dubbio metodologico viene oggettivato in una pratica collettiva”⁶⁹. D’altra parte le maggiori acquisizioni teoriche del XX secolo - la teoria della relatività, la meccanica quantistica, la relazione di indeterminazione di Heisenberg - minano alla base i presupposti epistemologici che hanno sorretto per secoli la fortezza scientifica, ma non l’immagine che la scienza possiede presso il pubblico dei non-esperti. Del resto non c’è da stupirsi: “Nel dicembre del 1919, quando in occasione di due eclissi solari si ottenne la conferma della teoria della relatività generale di Einstein, il quotidiano *New York Times* diede grande risalto a un commento attribuito allo stesso Einstein: “Al mondo, non ci sono più di una dozzina di persone in grado di capire la mia teoria””⁷⁰. Da ciò che vado affermando si evince che la componente fideistica non scompare affatto dalla pratica scientifica, semplicemente, cambia volto. Così come i condizionamenti sociali continuano ad avere il loro peso; molto interessante, a tal riguardo, è una riflessione di Prigogine e Stengers sulla teoria di Heisenberg: “È notevole rilevare come la scoperta dell’inadeguatezza dei concetti della dinamica classica non può essere separata dalla generale atmosfera di “crisi” prevalente, in modo particolare in Germania, dopo la prima guerra mondiale. Sembra che i giovani fisici di questo periodo, e specialmente Heisenberg, abbiano salutato l’introduzione del nuovo concetto di “operatore” come una liberazione ideologica”⁷¹.

Dalla mia analisi emerge un quadro interessante. La scomparsa di Dio - o di altri ancoraggi trascendenti - ha reso la scienza orfana di referenti epistemologici certi, minando gli stessi fondamenti ontologici della pratica scientifica. La ricerca ossessiva di cause prime scivola inesorabilmente in ciò che Hume definì “regresso all’infinito”. Questa sorta di “Edipo irrisolto” per cui la scienza rimuove l’assenza di un “Padre epistemologico”, la condanna a non poterlo “uccidere” e quindi a rimanerne schiacciati senza godere, però, nella pratica, della sua “protezione”. Vittima di questo meccanismo si produce così un’incolmabile distanza dalla “madre” che si rivela impossibile da conquistare. La scienza dovrebbe, per restare nella metafora, interiorizzare in maniera sana la sua coppia genitoriale, elaborandola una volta e per tutte. Dovrebbe quindi dar luogo, a mio parere, ad un ragionamento di più ampio respiro, dove si possano fondere riflessione scientifica e riflessione umanistica.

È inoltre interessante notare come la convinzione nell’Ordine della Natura, spinta propulsiva del pensiero scientifico sin dai suoi albori, trovi oggi nella scienza, in una sorta di contrappasso dantesco, un’ineluttabile nemesis: alcune delle teorie recenti più innovative si fondano, infatti, sul concetto di Caos, primordiale “nemico” della speculazione razionale.

Vorrei notare, in conclusione, come quest’analisi non voglia dare adito a nessuna interpretazione di stampo relativista. Sono convinto che ogni ricerca cominci con

⁶⁹ Parini, Giap Ercole (2006), op. cit., pp. 86-89; Per approfondimenti, vedi qui **Lo scienziato 2.0**.

⁷⁰ Bucchi, Massimiano (2002), *Scienza e società*, Il Mulino, Bologna, p. 134.

⁷¹ Prigogine, Ilya; Stengers, Isabelle (1999), op. cit., p. 223. Per approfondimenti su questa configurazione narrativa, vedi qui **VII Capitolo**.

problemi. Come sostiene Popper, infatti: “Ci troviamo sempre adagiati in un certo orizzonte di problemi e scegliamo un problema che cerchiamo di risolvere. La soluzione, sempre avanzata per tentativi, consiste di una teoria, di un’ipotesi, di una congettura. Le varie teorie rivali vengono confrontate e discusse criticamente allo scopo di portarne alla luce gli errori; e i risultati sempre mutevoli e mai definitivi della discussione critica costituiscono quella che chiamiamo “la scienza del tempo””⁷². In questo senso, sono profondamente popperiano. Quest’ammissione, però, non deve distoglierci dal compito di una riflessione critica sulla produzione sociale di conoscenza scientifica. L’approccio sociogenetico lascia emergere quest’aspetto essenziale: la produzione sociale di conoscenza scientifica è, prima di tutto, un tentativo di ricerca di orizzonti di senso e, in quanto tale, non sfugge alle leggi che caratterizzano l’*humana conditio*.

Il Metodo Scientifico ha prodotto moltissimi risultati e conseguito lodevolissimi successi. Questo non deve, però, confonderci le idee: la scienza non possiede la Verità e, dobbiamo sperarlo intensamente, mai arriverà a possederla. Dobbiamo abbandonare definitivamente, in quanto uomini, qualsiasi ambizione divina. In conclusione, credo abbia ragione Cavicchia Scalamonti quando afferma: “E allora forse, tutto sommato, bisognerebbe prendere atto semplicemente della complessità del nostro tempo, della sua indubbia incertezza, della sua insicurezza, confessare il nostro non-sapere, riconoscere che siamo disorientati, privi di direzione, sapere che non possiamo tutto, che la nostra volontà di agire si scontra con l’irrazionalità del mondo, riconoscere i nostri limiti, ma avere coscienza del fatto che l’unico senso della storia è quello che gli conferiamo noi. E di accettare dietro il riemergere inevitabile dell’aleatorio e del contingente l’inevitabilità della morte! Soprattutto della “nostra morte”!”⁷³.

⁷² Popper, Karl R. (1970), op. cit., p. XLVI.

⁷³ Cavicchia, Scalamonti Antonio (2007), *La morte. Quattro variazioni sul tema*, Ipermedium libri, S. Maria Capua vetere (Ce), p. 105.

Capitolo I

Premesse teoriche

I.1 La produzione e la trasmissione sociale della conoscenza scientifica

È un fatto che le modalità di produzione sociale della conoscenza scientifica, mutino nel tempo. In generale, però, le teorie scientifiche sono sempre state in grado di “salvare i fenomeni” e la loro proposta è stata sempre giustificata mediante una qualche forma di prova, o il loro rifiuto mediante una qualche forma di confutazione. La prova o la confutazione possono mutare nel tempo ed essere di genere alquanto vario. L’esame di queste forme risulta molto complesso, perché coinvolge credenze di diversa natura. Prova e confutazione sono parti consistenti di quelle procedure di persuasione che producono un consenso sociale abbastanza vasto da costituire corpi di conoscenze.

Da questo punto di vista, la sociologia della conoscenza scientifica deve essere, inevitabilmente, una sociologia storica della conoscenza scientifica. L’analisi si deve tradurre in una migliore comprensione dei processi sociali e di pensiero che corrispondono al farsi e al disfarsi della scienza, nei suoi periodi di stasi e di crescita, di progresso e di regresso.

Schutz, come Berger e Luckmann, ci dicono che tutta la conoscenza scientifica a disposizione in un dato periodo è da intendersi come un *mondo*; questo mondo, che nel caso di specie è quello della contemplazione scientifica, è esso stesso parte di un complesso teoretico nomizzante ed omnicomprensivo: l’universo simbolico.

Elias, da par suo, ci mette in guardia da una teoria della conoscenza classica e ci invita a ragionare in maniera alternativa: la conoscenza è un processo a lungo termine e va inteso come un insieme di *simboli* in una condizione di flusso.

Kuhn ci ricorda che la prassi scientifica si compie all’interno di paradigmi che comprendono globalmente leggi, teorie, applicazioni e strumenti e che forniscono modelli che danno origine a particolari tradizioni di ricerca scientifica con una loro coerenza.

Grazie a queste tesi, che approfondiremo nei paragrafi che seguono, abbiamo costruito un modello teorico in grado d’indagare le dinamiche del pensiero scientifico attraverso lo studio delle modalità di produzione e di trasmissione sociale della conoscenza scientifica.

I.2 Mondi della scienza e Universi simbolici⁷⁴

Secondo Schutz, il *mondo della vita* è un mondo intersoggettivo che esiste da prima della nostra nascita, percepito e interpretato dagli Altri, i nostri predecessori, come un mondo organizzato.

Tale mondo è indubbiamente dato alla nostra esperienza e alla nostra interpretazione, ma ogni interpretazione si appoggia sulle nostre esperienze di vita e sulle esperienze di altri soggetti che vivono con noi e che sono vissuti prima di noi: sono appunto tutte queste esperienze che si offrono a noi come un insieme di conoscenze a disposizione, come schemi di riferimento necessari al vivere di tutti i giorni.

Più in particolare, qualsiasi aspetto della vita collettiva è basato su tipizzazioni apprese e interiorizzate nel corso dei processi di socializzazione, ossia sulla comprensione di aspetti della realtà che sono tradotti in una vasta congerie di tipi già confezionati. La nostra quotidianità, il nostro agire di tutti i giorni, è, infatti, possibile solo perché possiamo affidarci a rappresentazioni già pronte, senza, quindi, soffermarci a riflettere su ogni cosa. Ne deriva che solo una parte della nostra conoscenza del mondo ha origine nelle nostre esperienze personali. Dunque nel mondo umano ci troviamo di fronte ad una realtà interpretata, e, ciò che è più importante, già interpretata dai nostri predecessori.

Ovviamente, esistono molti mondi sociali, giacché i significati attribuiti alla vita quotidiana mutano anche enormemente con il variare dei contesti socio-culturali e delle epoche.

Secondo Schutz, esistono varie province finite di significato tra cui anche il mondo della contemplazione scientifica. Nel passaggio da una provincia finita di significato all'altra non muta la struttura ontologica degli oggetti, ma piuttosto il significato ad essi attribuito. La scienza si basa sulle comprensioni pre-scientifiche del mondo della vita, ma a differenza di questa produce tipizzazioni di secondo grado del senso comune, e pur dovendo in ogni caso essere almeno in parti congruenti con queste, mettono in discussione ciò che è inteso come ovvio e scontato dal senso comune⁷⁵. Anche il mondo della scienza è dunque un mondo che arriva a noi come un insieme di conoscenze già interpretato.

È evidente che, in un lunghissimo processo storico fatto di tappe graduali, i *mondi della scienza* che sopravvivono ed arrivano fino a noi divengano sempre più complessi; pervenendoci come già dati e interpretati, inoltre, si sottraggono quasi completamente alla nostra sfera esperienziale. In qualche modo questi saperi ci appaiono come esoterici.

Tutti questi mondi, compreso quello della scienza, sono sempre creati e trasmessi all'interno di specifici *universi simbolici*. Questi si definiscono come corpi di tradizione teoretica che integrano diverse sfere di significato e abbracciano l'ordine istituzionale in una totalità simbolica. I processi simbolici sono processi di significazione che si riferiscono a realtà diverse da quelle dell'esperienza quotidiana. La legittimazione della sfera simbolica avviene per mezzo di totalità simboliche di cui non si può affatto far esperienza nella vita di tutti i giorni. Tutti i settori dell'ordine istituzionale sono integrati in una struttura di riferimento che li include e che costituisce un universo nel senso letterale della parola, perché tutta l'esperienza umana può essere vista come avente luogo all'interno di esso. L'universo simbolico è pensato come la matrice di tutti i significati socialmente oggettivati e soggettivamente reali; l'intera società storica e l'intera biografia dell'individuo sono viste come avvenimenti che si svolgono all'interno di quest'universo. La sua capacità di dare un significato oltrepassa di gran lunga la sfera della vita sociale, per cui l'individuo può "collocarsi" entro di esso anche nelle sue esperienze più solitarie.

⁷⁴ Per approfondimenti su questo paragrafo, vedi **Berger, Peter L., Luckmann Thomas**, (1969), op. cit.; **Berger, Peter L.** (1969), *La sacra volta*, Sugarco, Milano.

⁷⁵ **Schütz, A.** (1974), *La fenomenologia del mondo sociale*, Il Mulino, Bologna, p. 182.

Un mondo intero viene creato. Tutte le teorie legittimanti minori sono intese come punti di vista particolari su fenomeni che sono aspetti di questo mondo⁷⁶.

È evidente che le anche le teorie scientifiche rientrano in questi universi. Lo stesso Berger infatti afferma che la cosmizzazione implica l'identificazione di questo mondo umanamente significativo con il mondo come tale, il primo che ora si radica nel secondo, che lo riflette o che vi deriva nelle sue fondamentali strutture. Tale cosmo, come base ultima e convalidazione dei *nomos* umani, non ha necessariamente bisogno di essere sacro. Specie nel mondo moderno si sono tentate cosmizzazioni interamente secolari, fra le quali la scienza moderna è di gran lunga la più importante⁷⁷.

La mitologia rappresenta la forma più arcaica di mantenimento degli universi. È molto probabile che la mitologia sia una fase necessaria nello sviluppo del pensiero umano in quanto tale. In ogni caso, le più antiche concettualizzazioni miranti a conservare gli universi che conosciamo si presentano in forma mitologica. La mitologia può essere definita una concezione della realtà che postula la continua penetrazione di forze sacre nel mondo dell'esperienza quotidiana. Una concezione di questo genere naturalmente comporta un alto grado di continuità tra l'ordine sociale e quello cosmico e fra tutte le loro rispettive legittimazioni; l'intera realtà è tagliata da un solo pezzo di stoffa. La mitologia è situata al livello più basso tra i sistemi concettuali in quanto essa si preoccupa in modo assai relativo di costruire giustificazioni teoretiche della realtà empirica. Questo spiega il fenomeno storicamente ricorrente delle tradizioni mitologiche contraddittorie che continuano ad esistere affiancate senza un'integrazione teoretica. Naturalmente l'incoerenza è sentita solo dopo che le tradizioni sono diventate problematiche e una qualche sorta di integrazione è già avvenuta. La "scoperta" di questa incoerenza viene di solito compiuta dagli specialisti della tradizione, che sono di solito anche gli integratori dei temi tradizionali distinti. Una volta che sia stata sentita la necessità di un'integrazione, le conseguenti ricostruzioni mitologiche possono avere una considerevole raffinatezza teoretica. La mitologia è anche vicina al livello ingenuo in quanto, pur essendoci degli specialisti della tradizione mitologica, la loro conoscenza non è molto lontana da ciò che è noto a tutti. L'iniziazione alla tradizione amministrata da questi specialisti può essere difficile per ragioni estrinseche. Può essere concessa solo a candidati severamente selezionati, può avvenire soltanto in particolari occasioni o periodi, e può richiedere un'ardua preparazione rituale. È facile tuttavia acquisire le conoscenze sufficienti per essere accettati nel gruppo. Per salvaguardare la pretesa monopolistica degli specialisti, l'inaccessibilità del loro sapere deve essere istituzionalmente stabilita. Vale a dire, un "segreto" viene postulato, e un corpo di conoscenze intrinsecamente esoteriche viene istituzionalmente definito in termini esoterici. Questo gioco di prestigio viene ancora oggi praticato. Nondimeno, ci sono importanti differenze sociologiche tra le società in cui tutte le concettualizzazioni destinate a perpetuare gli universi sono mitologiche e quelle in cui non lo sono. I sistemi mitologici più complessi cercano di eliminare le incoerenze e mantengono l'universo mitologico in termini teoreticamente integrati. Queste mitologie canoniche, per così dire, sono vicine alla concettualizzazione teologica vera e propria. Il pensiero teologico può essere distinto dal suo predecessore mitologico semplicemente nei termini del suo maggior grado di sistematizzazione teoretica. I concetti teologici sono più lontani dal livello ingenuo: il cosmo può essere ancora concepito in termini di forze ed esseri sacri come nella mitologia, ma queste sacre entità sono state poste ad una distanza maggiore. Il pensiero mitologico opera dentro la continuità tra il mondo umano e il mondo degli dei. Il pensiero teologico si pone come mediatore tra questi due mondi, proprio perché la loro originaria continuità ora appare spezzata. Con la transizione dalla mitologia

⁷⁶ Berger, Peter L., Luckmann Thomas, (1969), op. cit., pp. 136-139.

⁷⁷ Berger, Peter L. (1969), op. cit., p. 39.

alla teologia, la vita di tutti i giorni sembra meno completamente permeata dalle forze sacre. Il corpo della conoscenza teologica perciò è più lontano dal comune bagaglio di conoscenze della società e diviene così intrinsecamente più difficile da apprendere. Anche quando non viene deliberatamente istituzionalizzato come esoterico, esso rimane segreto in virtù della sua incomprensibilità per la maggior parte del pubblico. Ne segue qualche volta che il popolo viene influenzato relativamente poco dalle raffinate teorie preservatrici di universi inventate dagli specialisti della teologia. La coesistenza di una mitologia tra le masse e di una teologia raffinata tra le *élites* dei teorici, ambedue volte a preservare lo stesso universo simbolico, è un fenomeno storico frequente. Solo tenendo presente questo fenomeno è possibile per esempio chiamare le società tradizionali dell'Estremo oriente "buddiste" o, per quanto riguarda ciò, chiamare "cristiana" la società medievale europea. La teologia costituisce un paradigma per le concettualizzazioni filosofiche e scientifiche più tarde del cosmo. Se da una parte la teologia può essere più vicina alla mitologia per il contenuto religioso della sua definizione della realtà, dall'altra essa è più vicina alle concettualizzazioni secolarizzate dei tempi posteriori per la sua collocazione sociale.

A differenza della mitologia, le altre tre forme di meccanismo concettuale storicamente dominanti divennero la proprietà di *élites* di specialisti, le cui conoscenze divennero sempre più lontane dalle nozioni degli uomini comuni.

La scienza non soltanto completa l'eliminazione del sacro dal mondo della vita quotidiana, ma elimina da quel mondo anche la conoscenza preservatrice dell'universo in quanto tale. La vita di tutti i giorni viene privata sia della legittimazione sacra che di quella intelligibilità teoretica che la legherebbe all'universo simbolico nella sua totalità. Per dirlo più semplicemente, il membro profano della società non sa più come il suo universo debba essere concettualmente preservato, anche se, naturalmente, sa ancora chi sono presumibilmente gli specialisti della preservazione dell'universo⁷⁸.

Dicevamo, dunque, che i mondi, così come li definisce la fenomenologia, arrivano a noi già dati ed interpretati. Anche il mondo della scienza. Questo ha in sé tutte le conoscenze scientifiche sedimentate e conservate attraverso la tradizione - e non ancora state falsificate, aggiungerebbe forse Popper - arrivate fino a noi. Noi con le nostre interazioni potremmo partecipare alla costruzione di nuove realtà scientifiche; potremmo attraverso dinamiche relazionali innescare processi di risignificazione e quindi apportare o perlomeno contribuire ad apportare mutamenti nell'ambito di questo tipo specifico di conoscenza. Eppure abbiamo visto come la produzione di conoscenza scientifica, e tutto il bagaglio di conoscenze di questa sfera, si sottragga sempre di più alla nostra esperienza avendo acquisito, in un processo socio-storico di lungo periodo, un carattere esoterico. Nel suo attuale stadio di sviluppo la scienza - come spiegheremo più avanti - è una sintesi simbolica di livello molto elevato.

⁷⁸ Ivi, pp. 153-157.

I.3 La dimensione dei simboli: concetti a progressivo livello di sintesi⁷⁹

Si è detto dunque che anche il mondo della scienza deve essere inteso come un insieme di conoscenze a disposizione che ci offre schemi di riferimento necessari al vivere di tutti i giorni; attraverso un lunghissimo processo storico fatto di tappe graduali, i mondi della scienza che sopravvivono ed arrivano fino a noi divengono sempre più complessi e sono da considerarsi quasi interamente come già dati e interpretati. Ho precisato - e la cosa è per la mia analisi di fondamentale importanza - che tutti questi mondi, ivi compreso quello della scienza, sono sempre creati e trasmessi all'interno di specifici universi simbolici. Questi sono stati definiti, in accordo con l'approccio fenomenologico, come matrice di tutti i significati socialmente oggettivati e soggettivamente reali. Si è detto che l'intera società storica e l'intera biografia dell'individuo sono viste come avvenimenti che si svolgono all'interno di quest'universo. Si deve ora descrivere *come* avviene la trasmissione sociale della conoscenza e definire la "natura" dei concetti trasmessi.

Per Norbert Elias, i concetti sono da intendersi come simboli. Questi, secondo il sociologo tedesco, non sono immagini o riflessi del mondo. Non hanno una funzione imitativa o pittorica, bensì di rappresentazione. Essi rappresentano oggetti di comunicazione all'interno di una comunità linguistica. Si possono osservare concetti che rappresentano un livello di sintesi inferiore, e altri concetti che ne rappresentano uno superiore.

Questo acuto studioso utilizza il termine sociogenetico per descrivere il meccanismo cumulativo dell'apprendimento sociale sottolineando l'importanza di questo come mezzo per la trasmissione di informazioni da una generazione a quella successiva. Le società, in questo senso, si differenziano per diversi livelli di integrazione intesi come canalizzazioni dei livelli inferiori. È in questo modo che, in periodi storici diversi, s'affermano specifiche configurazioni narrative. Queste, che avvolgono tutti i mondi trasmissibili, sono portatrici di leggi precise che per periodi più o meno lunghi conservano il loro essere adeguate alla realtà. Infine, le leggi che reggono il mondo e che s'affermano in una data fase socio-storica, assumono, per gli individui di quel tempo, valore cognitivo. Vediamo ora più da vicino cosa Elias intende per teoria simbolica della conoscenza.

Elias considera, in un ampio quadro di riferimento di sviluppo socio-naturale, la capacità tecnica umana di comunicare attraverso simboli come un risultato unico della cieca inventiva della natura.

La capacità degli uomini di regolare la loro condotta attraverso il sapere appreso ha fornito loro un grande vantaggio evolutivo su altre specie che non erano in grado di fare ciò, o lo erano in modo molto limitato. Egli definisce questa capacità *emancipazione simbolica* del genere umano. Questa sottrazione dell'essere umano al dominio della determinazione genetica viene così definito: "L'emissione di voce può in larga misura essere modellata secondo un codice sociale appreso di regolazione vocale che la maggioranza degli individui di quella comunità linguistica ha fatto proprio nella prima infanzia, e che la rende capace di comprendere gli stessi modelli sonori come simboli degli stessi oggetti e funzioni di comunicazione. Si può forse parlare di emancipazione simbolica dell'umanità, della sua liberazione dal dominio di segnali in gran parte non appresi e innati e del suo accesso al dominio di una modulazione della propria voce ai fini della comunicazione in gran parte appresa"⁸⁰. La teoria dei simboli fornisce un'immagine sociobiologica più adeguata della capacità umana di formazione di simboli, di quanto non sia possibile sulla base di teorie che adottano o implicano polarizzazioni statiche come natura-cultura o astratto-concreto, che contengono sfumature dualistiche e metafisiche. Lavorando con

⁷⁹ Per approfondimenti su questo paragrafo, **Elias, Norbert** (1998), op. cit.; **Elias, Norbert** (1986), *Saggio sul tempo*, Il Mulino, Bologna; **Elias, Norbert** (1997), *Coinvolgimento e distacco*, Il Mulino, Bologna.

⁸⁰ **Elias, Norbert** (1998), op. cit., p.18.

simili polarizzazioni, non saremmo in grado di comprendere la formazione del simbolo come processo di sintesi progressiva, un termine chiave che include il fatto dimostrabile che i concetti sono impregnati di tracce di precedenti stadi di sviluppo sociale e scientifico. Egli preferisce dunque questo concetto a quello più abituale e statico di “astrazione”. A questo riguardo Elias afferma: “Attualmente usiamo un gran numero di sostantivi con una connotazione globale e non immediatamente rapportabili ad alcun evento tangibile. Se si prendono in esame tali modelli sonori, generalmente ci si accorge che questi derivano da modelli sonori simbolici di ampiezza più limitata che si riferiscono ad oggetti o eventi più immediatamente tangibili. Questi ultimi vengono spesso definiti “concetti concreti”, e i primi “astrazioni”. Ma i concetti concreti non esistono. Le pentole e i tegami possono essere chiamati oggetti concreti, ma non si può dire che il concetto di pentola sia a sua volta concreto. Non è, tuttavia, neppure astratto. Applicata ai concetti, la dicotomia concreto-astratto non è utilizzabile. Si possono osservare concetti che rappresentano un livello di sintesi inferiore, e altri concetti che ne rappresentano uno superiore”⁸¹.

Per porre la questione in altri termini, Elias è interessato a stabilire la modalità di esistenza dei simboli, come mezzi appresi di comunicazione, in modo diacronico e in un quadro evolutivo che comprende lo sviluppo sociale come sua continuazione a un livello più alto. Egli pone l'accento sull'importanza della trasmissione del sapere e dell'apprendimento dello sviluppo umano; sulla peculiarità della capacità umana di simbolizzazione; sul problema di come gli uomini possono oggi arrivare a guidare il processo evolutivo dalla loro posizione di livello più elevato.

È necessario sottolineare che l'atto individuale della conoscenza non è assolutamente separabile dalla quantità di sapere che gli uomini hanno appreso dagli altri, e cioè, in ultima analisi, dallo stadio di sviluppo del patrimonio sociale del sapere. Elias pone ulteriore attenzione nello spiegare il senso dei successivi stadi integrativi e disintegrativi dello sviluppo sociale all'interno del complessivo livello sociale di integrazione. In più incentra l'attenzione sull'analisi della formazione simbolica umana nella lunghissima scala temporale evolutiva della specie umana mostrando come questa sia legata alla comunicazione, all'orientamento e alla sopravvivenza del gruppo.

Egli afferma in primo luogo che per studiare le società umane si rende necessario un modello multidimensionale nel quale, una delle dimensioni, è quella dei simboli.

Due sono i punti fondamentali di distacco dalla tradizionale teoria della conoscenza. La conoscenza, al pari del linguaggio, non viene più intesa come un'idea scorciata ed eterea, dallo stato ontologico incerto, rispetto alla sua modalità d'esistenza. È considerata in primo luogo come messa in atto di un potenziale biologico attraverso l'incontro di una persona con altre. Come il linguaggio, la conoscenza è intesa come una rete di simboli socialmente o, se si preferisce, culturalmente fissati in un terreno fisiologico progettato a questo scopo. Senza la ricezione di un insieme di conoscenza sociale i singoli individui non possono orientarsi adeguatamente, e quindi non possono sopravvivere. Dunque ontologicamente la conoscenza, come il linguaggio, appartiene al grande apparato di processi che collegano natura, cultura e società. È lungi dall'essere immateriale. Senza la standardizzazione sociale di modelli sonori e senza l'immagazzinarsi delle loro funzioni simboliche nei tratti mnemonici di una persona, i processi che chiamiamo sbrigativamente conoscenza non potrebbero materializzarsi⁸².

La seconda principale deviazione dalla teoria tradizionale della conoscenza riguarda il suo carattere simbolico. Esso aiuta a definire più precisamente cos'è che si dice corrispondere a qualcos'altro in frasi del tipo “quest'asserto è vero” o, al contrario, “non è vero”.

⁸¹ **Ivi**, p. 107.

⁸² **Ivi**, p. 133.

Tradizionalmente ci si deve accontentare di sapere che il discorso si centra sulla corrispondenza tra idee, concetti, teorie della conoscenza di una persona definita soggetto, e fatti di ogni tipo definiti oggetti. Qui la conoscenza non è separata dal contesto della comunicazione umana. La questione è se e quanto le componenti di una lingua, socialmente standardizzate come simboli, corrispondano a ciò che dovrebbero simboleggiare. Come detto, i simboli rappresentano oggetti di comunicazione all'interno di una comunità linguistica, in virtù della natura umana stessa che predispone il bambino in fase di maturazione per essere permeato da una lingua comune, e dalla tradizione sociale che ha reso degli specifici modelli sonori rappresentativi di specifici modelli oggetti di comunicazione. Il concetto di significato è un utile sistema non-spaziale per accostarsi a questi problemi. Nel contesto delle lingue tale concetto indica la funzione simbolica dei modelli sonori usati come mezzi di comunicazione verbale. La consapevolezza del carattere sociale delle lingue, della loro funzione di mezzi di comunicazione tra una pluralità di individui, è essenziale ai fini della comprensione della loro funzione simbolica e dunque ai fini della comprensione del termine "significato". Il fatto che le parole abbiano un significato sembrerà certamente un mistero se si prendono come quadro di riferimento individui isolati. Se fosse possibile vivere in isolamento, non sarebbe necessaria una lingua. Dati questi presupposti, può sembrare inesplicabile il fatto che i modelli sonori di una lingua rappresentino simbolicamente gli stessi dati o, in altri termini, abbiano per individui diversi lo stesso significato. Allo stato attuale è necessario uno sforzo di distanziamento da sé per comprendere come il punto di partenza per analisi di questo tipo non siamo noi stessi, percepiti come persone isolate, bensì le formazioni sociali, le figurazioni costituite dalla pluralità degli individui, da altri così come da se stessi. Se si comprende ciò, la natura del significato cessa di essere un mistero.

La lingua è una rete di modelli sonori prodotti dall'uomo che si è sviluppata in un particolare gruppo umano e in esso è arrivata a standardizzarsi, soprattutto attraverso il suo uso, al fine di evitare incomprensioni, sotto forma di simboli di specifici argomenti di comunicazione. Sia i suoni che i simboli possono mutare nel tempo, anche se raramente in modo discontinuo, in relazione a cambiamenti delle sorti e delle esperienze del gruppo. Forse la caratteristica fondamentale della specie umana è la sua quasi illimitata capacità di assorbire, immagazzinare e assimilare nuove esperienze in forma di simboli.

Si può ritenere che tutte le società umane condividano fra di loro una riserva di esperienze e dunque di conoscenza comune. Ma le società si diversificano notevolmente rispetto al contenuto e all'ampiezza delle conoscenze di cui dispongono. Si può dunque rilevare che le lingue di alcune società dispongono di rappresentazioni simboliche per determinati oggetti di conoscenza di cui le lingue di altre società non dispongono. In linea di massima si può dire che ciò che è privo di rappresentazione simbolica nella lingua di una società non è noto ai suoi membri. È tuttavia possibile distinguere fra due gradi diversi di conoscenza. Un oggetto della comunicazione, infatti, può essere conosciuto e linguisticamente rappresentato ad un livello di sintesi inferiore in una società e ad un livello di sintesi superiore in un'altra.

La comunicazione attraverso simboli, che può differire di società in società, è una delle peculiarità degli esseri umani, e si basa sulla loro organizzazione biologica. L'immensa variabilità dei modelli sonori che gli esseri umani sono in grado di produrre per comunicare è una delle condizioni della variabilità delle lingue, nonché una condizione della crescita di conoscenza. Senza cambiamenti innovativi nei modelli sonori di una lingua, non sarebbero possibili cambiamenti innovativi nella conoscenza. Nel caso degli

uomini, società differenti possono comunicare attraverso differenti lingue. Lo stesso fatto, la stessa esperienza, può essere rappresentata da diversi modelli sonori⁸³.

Società come la nostra, con istituzioni e professioni scientifiche saldamente costituite, hanno in genere una maggiore e più continua produzione di nuova conoscenza rispetto alle società ad uno stadio di sviluppo pre-scientifico. Spesso, inoltre, tali società producono un dubbio persistente sulla modalità di esistenza degli oggetti di conoscenza indipendentemente da noi. Sono, questi, luminosi esempi del fatto che la nuova conoscenza non si produce solo nell'isolamento individuale ma anche in accordo con lo stadio di sviluppo caratteristico di una data società in un dato momento. Le teorie della conoscenza prevalenti adottano un modello secondo cui la conoscenza può essere prodotta da un singolo individuo. Riservano scarsa attenzione ai problemi che si incontrano considerando le condizioni sociali della produzione di conoscenza. Queste teorie sono infatti essenzialmente interessate agli individui indipendenti e isolati. Una simile persona immaginaria viene considerata il soggetto della conoscenza, e dunque la comunicazione interpersonale attraverso una lingua, seppure trova un suo spazio, può avere tutt'al più un'importanza marginale. Inoltre, la conoscenza rilevante in queste teorie è di tipo quasi esclusivamente scientifico, piuttosto spesso solo quella dei fisici. Solo loro secondo tali teorie, produrrebbero conoscenza valida o "vera". L'immagine fondamentale umana di un individuo isolato come soggetto conoscitivo e della fisica come modello esemplare e metro di paragone della conoscenza porta ad una visione limitata e spesso parziale di quello che secondo queste teorie è rilevante o meno per la conoscenza. Singoli grandi scienziati hanno un ruolo centrale. Se la trasmissione e la crescita della conoscenza vengono prese in considerazione, l'attenzione è comunque spostata sulla sequenza di singoli individui eccezionali. Come la scienza sia passata da Newton ad Einstein è un problema esemplare. Di regola, la conoscenza prescientifica viene ignorata anche se si tratta evidentemente di conoscenza valida o vera, come quella dei lavoratori della pietra e del metallo o dei primi agricoltori dei tempi preistorici. Il campo di conoscenza che in queste teorie viene considerato rilevante è, in altri termini, in gran parte basato sull'individuo. Il quadro di riferimento non è l'umanità. Non è in questione il modo in cui gli uomini universalmente acquisiscano conoscenza. La questione preliminare di queste teorie è come uno scienziato acquisisca la conoscenza della natura per conto proprio, indipendentemente da qualsiasi forma di conoscenza che egli possa aver acquisito da altri. Dato tale quadro centrato sull'individuo, è comprensibile che la relazione tra linguaggio e conoscenza, tra i mezzi di comunicazione umana interpersonale e i mezzi di orientamento umano, abbia uno scarso peso. Lo stesso vale per il problema delle caratteristiche distintive della conoscenza umana. Le teorie della conoscenza che, generalmente parlando, hanno dominato il campo da Cartesio in poi, esaminano questo campo limitato alla luce di un'immagine dell'uomo che fa sì che le persone appaiano come individui privi di una società, persone che possono dire "io" ma non "noi". Si crea dunque l'esigenza di rompere con la tradizione per la quale l'approccio scientifico ai problemi di natura può essere scoperto in ogni momento da persone che si rifanno alle proprie risorse individuali in modo del tutto indipendente dallo sviluppo nelle loro società e nel genere umano di un fondo di conoscenza. È questo uno degli assunti fondamentali della corrente filosofica principale che congiunge Cartesio, Kant e Popper. Tutti coloro che usano il fondo disponibile di conoscenza umana o che contribuiscono alla sua ulteriore estensione si appoggiano sulle spalle di predecessori in gran parte anonimi, che individualmente o in gruppi hanno fornito un durevole contributo alla crescita della conoscenza umana. Una tradizione epistemologica profondamente radicata fa in modo che, a livello teorico, questo

⁸³ Ivi, pp. 46-49.

lungo processo di crescita della conoscenza non venga preso in considerazione. Indubbiamente il passaggio al genere di analisi che viene ora definita scientifica nel campo della natura non-umana può essere considerato un passaggio fondamentale della ricerca umana dell'estensione della conoscenza adeguata alla realtà. Copernico doveva molto a Tolomeo e ad altri scrittori dell'antichità. Anche il passaggio da uno stadio di caccia e raccolta a uno di allevamento ed agricoltura rappresentò un passo verso l'estensione della conoscenza adeguata alla realtà. Come lo sviluppo della scrittura e della lettura, della trasmissione di conoscenza attraverso simboli visivi oltre che uditivi, l'addomesticamento di piante e di animali ha costituito un passo del cammino che ha condotto dalla conoscenza prescientifica a quella scientifica. Senza questi ed altri precedenti, gli avanzamenti della conoscenza, il passaggio alle modalità scientifiche di estendere il fondo umano di conoscenza adeguata alla realtà, sarebbero stati difficilmente possibili. La spiegazione tradizionale della nascita della scienza come intuizione quasi accidentale di alcuni individui eccezionali può difficilmente rendere giustizia della dipendenza dei pionieri dell'analisi di tipo scientifico dai progressi precedenti nel campo della conoscenza umana e dal grande corpo della conoscenza adeguata alla realtà circa la natura, progressi avvenuti nel corso dei millenni anteriori all'avvento di una conoscenza adeguata alla realtà in forma di scienza. Non è possibile spiegare appropriatamente il passaggio alla fase scientifica senza considerare le fasi prescientifiche della crescita della conoscenza umana della natura. È necessaria molta ricerca empirica per rendere visibili queste connessioni. Ma altrettanto necessario è un modello teorico della crescita della conoscenza umana che si distacchi dalle teorie esistenti. La teoria simbolica della conoscenza è un tentativo in questa direzione, in quanto rappresenta la conoscenza come processo a lungo termine, come insieme di simboli in una condizione di flusso. Tali simboli possono muoversi in una delle due direzioni rappresentate da un insieme di criteri. La conoscenza può avanzare o regredire, espandersi o ridursi. Può diventare più adeguata alla realtà, meno appesantita dalla fantasia, o viceversa. Il crescente adeguamento alla realtà dei concetti umani che attualmente rappresentano la natura non-umana può servire come esempio delle capacità dei simboli creati dall'uomo di svilupparsi in direzione di un più ampio adeguamento alla realtà o dell'allargamento del fondo sociale di conoscenza. È risaputo che, in tutte le parti dell'umanità in cui un tipo scientifico di conoscenza di ciò che chiamiamo natura si è sviluppato, esso è stato preceduto da una conoscenza di tipo magico-mitico. L'interpretazione della natura in quanto regno di spiriti con un maggiore o minore potere ha preceduto l'esperienza della natura come universo in evoluzione che muta senza un fine ma secondo un ordine determinato. Il passaggio da un'immagine mitica a un'immagine scientifica della natura è ormai largamente considerato un luogo comune e dunque dato per scontato; questo spesso ostacola il riconoscimento del fatto che si tratta di un significativo esempio di una delle direzioni di sviluppo in cui i simboli possono svilupparsi, un esempio dello sviluppo dei simboli verso un maggiore adeguamento alla realtà.

Inoltre, il termine "realtà", in espressioni come "adeguato alla realtà", presenta problemi che restano oscuri se li si prova ad affrontare senza una prospettiva sociologica di tipo processuale. Lo sviluppo della conoscenza adeguata alla realtà - e in particolare il suo peso nell'equilibrio con la conoscenza di tipo fantastico nelle scienze naturali - co-determina ciò che a un dato stadio le persone percepiscono come realtà. Così, ad esempio, la realtà di Newton era più limitata di quella di Einstein in quanto la riserva sociale di conoscenza adeguata alla realtà ai tempi di Newton era più limitata di quanto non lo fosse ai tempi di Einstein. Si può suggerire che in relazione all'universo fisico, così come questo era conosciuto ai tempi di Newton, le sue leggi potevano conservare il loro essere adeguate alla realtà e quindi assumere valore cognitivo. Solo se vengono visti alla luce di una

conoscenza adeguata alla realtà di una fase successiva, in particolare della fase di Einstein, i limiti cognitivi delle teorie di Newton diventano evidenti. La capacità di produrre conoscenza di tipo fantastico è un dono umano fondamentale e caratteristico quanto la capacità di produrre conoscenza adeguata alla realtà o, in altri termini, conoscenza razionale e pensiero⁸⁴.

Elias infine afferma che, allorché nel caso del loro sviluppo i simboli raggiungono un grado molto alto di conformità alla realtà, per gli uomini diviene spesso difficile distinguere tra i simboli e la realtà.

⁸⁴ **Ivi**, p. 130.

I.4 Il valore cognitivo dei paradigmi⁸⁵

Resta da definire a cosa intendiamo riferirci quando, in campo scientifico, parliamo di visione del mondo. Per far questo, dobbiamo sinteticamente richiamarci ad alcune riflessioni di Thomas Kuhn.

Il paradigma, secondo questo studioso, va definito come una struttura concettuale attraverso la quale gli scienziati guardano il mondo. I paradigmi, in accordo con le teorie di Berger ed Elias, acquisiscono valore cognitivo. Questi sono da intendersi come una matrice disciplinaria: disciplinaria poiché si riferisce al possesso, comune a coloro che sono impegnati nella ricerca, di una particolare disciplina; matrice poiché è composta da elementi ordinati di vario genere, ciascuno dei quali esige un'ulteriore specificazione. Tutti o la maggior parte degli oggetti che costituiscono l'insieme di credenze condivise dal gruppo sono gli elementi costitutivi della matrice disciplinaria, e in quanto tali formano un tutto unico e funzionano assieme. Un importante genere di componenti di questa matrice sono le generalizzazioni simboliche⁸⁶, vale a dire le espressioni, usate senza discussione o dissenso dai membri del gruppo, che possono facilmente venire formulate in forma logica. Queste costituiscono le componenti formali o facilmente formalizzabili della matrice disciplinaria. Se non fosse per la generale accettazione di espressioni come queste non vi sarebbero punti a cui i membri del gruppo possano attaccare le potenti tecniche di manipolazione logica e matematica usate nella loro attività. Queste generalizzazioni assumono l'aspetto di leggi della natura. Un secondo tipo di componenti della matrice disciplinaria sono le parti metafisiche dei paradigmi. La scienza infatti non si fonda su assunti esclusivamente metodologici ma, al contrario, essa si fonda anche su assunti di un livello superiore, quasi metafisico: questi dicono allo scienziato quali specie di entità l'universo contiene e quali non contiene. Infatti paradigmi successivi ci dicono cose differenti sugli oggetti che popolano l'universo e sul comportamento di tali oggetti. I paradigmi differiscono anche in qualcos'altro oltre che negli oggetti, giacché essi sono rivolti, non solo alla natura, ma anche alla scienza precedente che li ha prodotti. Essi determinano i metodi, la gamma dei problemi, e i modelli di soluzione accettati da una comunità scientifica di un determinato periodo. Ne consegue che l'accoglimento di un nuovo paradigma spesso richiede una nuova definizione di tutta la scienza corrispondente. Sinteticamente va ricordato che nel corso dello sviluppo di ogni scienza, il paradigma che viene accettato in un primo tempo è di solito considerato capace di spiegare con successo la maggior parte delle osservazioni e degli esperimenti che sono facilmente accessibili a coloro che lavorano in quel campo. L'ulteriore sviluppo, però, richiede di solito la costruzione di una elaborata apparecchiatura, lo sviluppo di un vocabolario e di tecniche esoteriche e un raffinamento dei concetti, che comporta una progressiva diminuzione della loro rassomiglianza coi loro prototipi usati dal senso comune. Tale specializzazione porta, da un lato, ad un estremo restringimento della visione dello scienziato e dall'altro ad una considerevole resistenza a ogni mutamento di paradigma.

Queste caratteristiche che contraddistinguono la visione dello scienziato sono incorporate nella natura del processo percettivo stesso⁸⁷. Nei casi di riorientamento della scienza dovuti ad un mutamento di paradigma "s'afferra l'altra estremità del bastone"⁸⁸, cioè si maneggiano lo stesso insieme di dati di prima, ma ponendoli in un nuovo sistema di relazioni reciproche e dando quindi loro una diversa struttura. Quest'aspetto assomiglia,

⁸⁵ Per approfondimenti su questo paragrafo, **Kuhn, Thomas S.** (1969), op. cit.

⁸⁶ **Ivi**, p. 221.

⁸⁷ J. S. Bruner e Leo Postman, *On the perception of incongruity: a paradigm*, "Journal of Personality", XVIII (1949), pp. 206-223 in **Kuhn, Thomas S.** (1969), op. cit., p. 87.

⁸⁸ **Ivi**, p. 112.

per certi versi, ad un cambiamento della *Gestalt* visiva. Questo parallelo può, però, risultare fuorviante. Gli scienziati non vedono qualcosa come qualcos'altro. Al contrario, semplicemente lo vedono. Si potrebbe affermare che quando mutano i paradigmi, il mondo stesso cambia con essi. Guidati da un nuovo paradigma, gli scienziati adottano nuovi strumenti e guardano in nuove direzioni. Ma il fatto ancora più importante è che, durante le rivoluzioni, gli scienziati vedono cose nuove e diverse anche quando guardano con gli strumenti tradizionali nelle direzioni in cui avevano già guardato prima. E quasi come se la comunità degli specialisti fosse stata improvvisamente trasportata su un altro pianeta dove gli oggetti familiari fossero visti sotto una luce differente e venissero accostati ad oggetti insoliti. Gli scienziati, dopo una rivoluzione, reagiscono ad un mondo differente. Come già abbiamo detto, le dimostrazioni del riorientamento della *Gestalt* visiva sono molto utili nel fornire un modello elementare di queste trasformazioni del mondo dello scienziato. Quelle che nel mondo dello scienziato prima della rivoluzione erano anatre, appaiono dopo come conigli. Si ha il sospetto che la percezione stessa richieda qualcosa di simile ad un paradigma. Ciò che uno vede dipende sia da ciò a cui si guarda, sia anche da ciò che la sua precedente esperienza visivo-concettuale gli ha insegnato a vedere. Nell'osservazione scientifica, lo scienziato non può far ricorso a nulla che sia al di sopra o al di là di ciò che vede coi propri occhi e coi propri strumenti. Se vi fosse una qualche autorità superiore rispetto alla quale si potesse dimostrare che la sua visione ha subito uno spostamento, quella autorità diverrebbe allora essa stessa la fonte dei suoi dati. Se nelle scienze, dunque, degli spostamenti percettivi accompagnano i mutamenti di paradigma, non possiamo aspettarci che gli scienziati siano diretti testimoni di questi mutamenti. Ad esempio, uno scienziato convertito al copernicanesimo dirà: "Un tempo credevo che la luna fosse (o mi sembrava di vederla come) un pianeta, ma mi sbagliavo"⁸⁹.

Va precisato - a livello neurologico - che stimoli molto differenti possono produrre le stesse sensazioni; che lo stesso stimolo può produrre sensazioni molto differenti; e infine che il percorso dallo stimolo alla sensazione è in parte condizionato dall'educazione. Individui educati in società differenti talvolta si comportano come se vedessero cose differenti. I membri di questi due gruppi che hanno sistematicamente sensazioni differenti quando ricevono gli stessi stimoli, di fatto in un certo senso vivono in mondi differenti. Questo risulta essere il risultato di processi nervosi, completamente governati da leggi fisiche o chimiche. In questo senso, una volta che abbiamo imparato a farlo, il riconoscimento delle similarità deve essere qualcosa di assolutamente sistematico come i battiti del nostro cuore. Ma proprio questo paragone suggerisce che il riconoscimento può anche essere involontario, un processo sul quale non possiamo esercitare alcun potere di controllo. Ciò per cui vale la pena di sottolineare l'integrità della percezione è il fatto che gran parte dell'esperienza passata è incorporata nell'apparato nervoso che trasforma gli stimoli nelle sensazioni. Un meccanismo percettivo appropriatamente programmato ha valore di sopravvivenza. E proprio perché così pochi sono i modi di vedere che vanno bene, che quelli che hanno superato le prove dell'uso da parte di un gruppo meritano di venire trasmessi di generazione in generazione. Analogamente, è perché sono state scelte per la loro riuscita lungo un arco di tempo storico, che dobbiamo parlare dell'esperienza e della conoscenza della natura radicate nel tragitto che va dallo stimolo alla sensazione. Forse conoscenza è la parola sbagliata, ma vi sono alcune ragioni per usarla. Ciò che è incorporato nel processo nervoso che trasforma gli stimoli in sensazioni presenta le seguenti caratteristiche: è stato trasmesso mediante l'educazione, si è dimostrato, alla prova, più efficace dei suoi avversari storici nelle abituali condizioni ambientali di un

⁸⁹ Ivi, p. 143.

gruppo; e, infine, è suscettibile di cambiamento sia mediante ulteriore educazione sia mediante la scoperta di elementi che non si adattano all'ambiente. Queste sono caratteristiche della conoscenza, e ciò spiega perché usiamo tale termine. Ma si tratta di un uso strano: infatti, un'altra caratteristica è assente. Non abbiamo nessun accesso diretto all'oggetto della nostra conoscenza, non abbiamo nessuna regola o generalizzazione con cui esprimere questa conoscenza. Le regole che potrebbero fornirci tale accesso fanno riferimento a stimoli e non a sensazioni, e gli stimoli possiamo conoscerli soltanto mediante una teoria complessa. In assenza di questa, la conoscenza radicata nel percorso che va dallo stimolo alla sensazione resta assente. Vedere delle goccioline d'acqua o un ago che oscilla lungo una scala numerica costituisce un'esperienza percettiva primitiva per chi non abbia alcuna conoscenza delle camere a nebbia e degli amperometri. Sono necessarie la riflessione, l'analisi e l'interpretazione (o altrimenti l'intervento di un'autorità esterna) prima che si possano trarre conclusioni circa elettroni o correnti. La condizione, però, di chi abbia imparato l'uso di questi strumenti ed abbia accumulato una considerevole esperienza riguardo ad essi, è molto diversa, ed è anche corrispondentemente diverso il modo in cui elabora gli stimoli che lo raggiungono⁹⁰.

In sintesi, nell'uso metaforico non meno che in quello letterale del *vedere*, l'interpretazione comincia là dove finisce la percezione. I due processi non sono gli stessi, e che cosa la percezione lasci all'interpretazione perché la completi, dipende essenzialmente dalla natura e dalla misura della esperienza e dell'educazione precedenti.

⁹⁰ *Ivi*, p. 237.

I.5 Il modello della sintesi cognitiva

Gerald Holton nei suoi studi sull'immaginazione scientifica considerava i *temi*⁹¹ come un preconceito profondo, come una struttura pregiudiziale che rimane costante e valida nella scienza nonostante il suo perenne mutamento nella teoria e nella pratica⁹². Questa concezione seppur statica, rende bene il senso dell'ingerenza dei contenuti che caratterizzano le tradizioni conoscitive nella produzione e nella trasmissione sociale della conoscenza scientifica.

Nella prospettiva dinamica che qui si adotterà, invece, la riserva sociale di conoscenza scientifica, immersa in un flusso simbolico⁹³ veicolato dai paradigmi, s'attesta come una teoria legittimante minore del più ampio universo simbolico e, come si è visto, assume valore cognitivo. In più, tutto il mondo di conoscenze che ci viene trasmesso, attraversa progressivi livelli di sintesi: una sua esatta comprensione, al passare delle generazioni, diviene sempre più complessa e, in alcuni casi addirittura impossibile.

I mutamenti paradigmatici vanno di pari passo, come cercherò di dimostrare, con quelli delle configurazioni narrative⁹⁴. Ciò che si vuole qui sottolineare è che gli schemi concettuali che danno vita ai paradigmi assolvono funzioni psicologiche oltreché logiche, e che queste dipendono dalla fede o dall'incredulità dello scienziato. Il bisogno psicologico dell'uomo di sentirsi a suo agio in un universo familiare, può essere soddisfatto da uno schema concettuale soltanto se questo schema è ritenuto qualcosa di più di un mezzo valido per sintetizzare cose già note. Ad esempio, nell'antichità e poi nuovamente nel tardo Medioevo, il mondo europeo identificò la propria cosmologia nella concezione dell'universo a due sfere e gli affidò questo compito supplementare. La logica del paradigma fece sì che sia gli scienziati che i profani credessero che le stelle fossero realmente punti brillanti su di un'enorme sfera che chiudeva simmetricamente la dimora terrestre dell'uomo. Conseguentemente, a livello psicologico, la cosmologia a due sfere diede a molti uomini, per secoli, una certa visione del mondo, definendo la loro posizione nel creato e dando un significato fisico al loro rapporto con le divinità⁹⁵. Uno schema concettuale che sia ritenuto vero e quindi funzioni come parte di una cosmologia ha un significato che trascende quello puramente scientifico e la sua affermazione dipenderà tanto dalla struttura logica della teoria quanto dal suo richiamo psicologico, dalla sua capacità di suscitare una fede. Inoltre, gli schemi concettuali hanno vaste prospettive; le loro conseguenze non si fermano a ciò che è già conosciuto. Pertanto un astronomo che abbia fiducia, ad esempio, nell'universo a due sfere, si aspetterà che la natura sveli le caratteristiche ulteriori, non ancora osservate, che lo schema concettuale in teoria prevede. Per lui la teoria andrà oltre il mondo delle cose note e diventerà il primo e il più potente strumento per prevedere ed esplorare l'ignoto. Inciderà sul futuro della scienza, come sul suo passato.

A sottolineare il carattere normativo della dimensione cosmologica, va detto che i modi della ragione e i modi dell'esperienza si condizionano reciprocamente. Si può postulare che la natura sia sempre la stessa in ogni epoca storica, ma certamente essa non appare sempre uguale. L'oggetto dell'esperienza muta continuamente al mutare del punto di vista dell'osservatore, il quale è condizionato dal suo modo di osservare e di ragionare. Tutto ciò produce un "gioco di differenze", proporzionale alla possibilità di esperienza, che

⁹¹ Concetto molto vicino al paradigma kuhniano.

⁹² **Mamiani, Maurizio** (2002), op. cit., p. 8.

⁹³ Inteso in senso eliasiano.

⁹⁴ Per approfondimenti, vedi qui **II Capitolo**.

⁹⁵ **Kuhn, Thomas S.** (2000), *La rivoluzione copernicana*, Einaudi, Torino, p. 51.

viene più o meno sacrificato quando aumenta il grado di intersoggettività della conoscenza. Questo meccanismo è probabilmente responsabile sia delle stagnazioni sia dei mutamenti conoscitivi. Analoghe considerazioni si possono avanzare per i modi della ragione. Si può postulare l'identità delle strutture formali della ragione (come il sillogismo, ad esempio), ma la loro applicazione ha una variabilità altrettanto grande del mutamento dei punti di vista.

Le modalità di produzione sociale della conoscenza scientifica e della sua trasmissione dipendono dunque - secondo la mia analisi - dai punti sopra discussi. Volgiamoci ora a indagare le condizioni socio-storiche che determinano l'affermarsi del pensiero scientifico e della natura di queste visioni del mondo.

Capitolo II

La configurazione narrativa

II.1 Proposta per un modello teorico unitario

Se la riserva sociale di conoscenza di un determinato periodo può darci conto della continuità della tradizione scientifica, le trasformazioni operate da singoli individui o da gruppi di ricerca con intenti quasi comuni possono individuare la dinamica del pensiero scientifico. Se il paradigma, l'abbiamo visto, funziona grossomodo come un campo di forza che orienta le scelte teoriche che si offrono allo scienziato, la capacità innovativa si manifesta come una trasformazione del senso della domanda che si pone alla realtà indagata.

Ecco un esempio. Quando Galileo scoprì i satelliti di Giove, pensò che il sistema tolemaico dovesse essere abbandonato. L'analisi della sua idea ci rivela un nuovo modo di intendere l'universo; ma, ai fini della mia analisi, l'interesse non va alle scoperte di fatti nuovi, bensì all'invenzione di nuovi modi di pensarli. Mi porrò questa domanda: qual è il mutamento intellettuale intervenuto? Quali sono le configurazioni sociali, le catene d'interdipendenza che tenevano Galileo legato ai suoi contemporanei? Quali erano le possibilità che aveva avuto di ricevere e di trasmettere conoscenza? La danza delle tensioni che caratterizzava la sua società, che tipo di economie psichiche produceva? Cosa era considerato prestigioso e cosa degradante al suo tempo? E in quali cosmologie era immerso?

Per rispondere a tutte queste domande su Galileo, come sugli altri personaggi, dovrò, allora, prima di tutto individuare le condizioni sociali che rendono possibile lo sviluppo di un *habitus* psichico utile all'esercizio del pensiero scientifico; poi indagare quali catene di rapporti sociali garantiscono non solo la trasmissione ma anche l'innovazione nel campo della conoscenza; infine approfondire attraverso lo studio delle cosmologie, gli *status* a cui un individuo aspirava e quelli da cui invece rifuggiva.

L'ipotesi teorica di base è che, in accordo con le tesi di Norbert Elias, gli universi abitati dagli individui si costruiscano in un processo che è insieme sociogenetico e psicogenetico: al mutare delle strutture sociali mutano anche le economie psichiche degli individui. Questi universi, a loro volta, sono immersi in cosmologie ogni volta diverse.

Lo strumento ideato per dimostrare la mia ipotesi è ciò che ho definito configurazione narrativa. Questo mette in relazione, facendone un tutt'uno, il modello della sintesi cognitiva con le diverse configurazioni socio-storiche. Tutto l'impianto teorico può essere sintetizzato in poche righe: i mondi della scienza⁹⁶ divengono traghettatori di simboli⁹⁷ a progressivo livello di sintesi⁹⁸; questi simboli sono la stoffa di cui sono intessuti gli universi simbolici⁹⁹; il paradigma¹⁰⁰ kuhniano diviene la via di mezzo concettuale tra questi universi simbolici e le modalità di produzione sociale della conoscenza scientifica¹⁰¹; le configurazioni narrative¹⁰² divengono la trama della trasmissione sociale

⁹⁶ Insieme delle conoscenze [scientifiche] a disposizione in un dato periodo, trasmesse dai predecessori ai successori; insieme già interpretato e già dato.

⁹⁷ Codici sonori socialmente standardizzati che richiamano precise immagini mentali.

⁹⁸ L'insieme di informazioni contenuto in un simbolo in un dato periodo.

⁹⁹ Costrutti teoretici nomizzanti; la matrice di tutti i significati socialmente oggettivati e soggettivamente reali.

¹⁰⁰ Struttura concettuale attraverso la quale gli scienziati guardano il mondo.

¹⁰¹ Queste righe non sono nient'altro che la sintesi di quanto ho detto nel **I Capitolo**.

¹⁰² Insieme dei sistemi concettuali, elaborazione riflesso di particolari strutture sociali caratterizzate da specifiche catene d'interdipendenza.

della conoscenza. Lo stadio a cui si è giunti attraverso il processo di civilizzazione¹⁰³ e le configurazioni narrative relative definiscono, in un dato periodo, la struttura cognitiva individuale, prodotto di una determinata struttura sociale, che produce una particolare visione del mondo¹⁰⁴.

¹⁰³ Processo storico di lunga durata che, dal regime dell'etero-costrizione, va verso l'auto-costrizione.

¹⁰⁴ Queste righe, invece, mi accingo a spiegarle.

II.2 Costruzioni sociogenetiche degli universi¹⁰⁵

Qualsiasi costruzione sociale è frutto di un processo dialettico che si instaura tra società ed individuo ed è il prodotto di una serie di variabili tra loro correlate: soltanto la conoscenza delle peculiari leggi dell'interdipendenza di piani e azioni individuali, del vincolo che unisce il singolo agli altri attraverso la convivenza, consente di comprendere la nascita di quella particolare individualità che caratterizza i pensatori e la produzione sociale di conoscenza scientifica d'una determinata epoca. La convivenza tra gli uomini, l'intreccio dei loro fini o piani, i loro vincoli reciproci lungi dall'annullare l'individualità del singolo costituiscono semmai il mezzo entro cui essa si sviluppa. Le interdipendenze pongono sì dei vincoli all'individuo, ma nello stesso tempo gli danno uno spazio d'azione più o meno vasto. Il tessuto sociale formato dagli uomini costituisce il substrato dal quale e nel quale l'individuo fila e tesse di continuo i suoi fini e le sue conquiste individuali. Ma questo tessuto e la sua trasformazione nel corso della storia non sono mai, in quanto totalità, perseguiti o pianificati da qualcuno nel loro andamento reale. La produzione di conoscenza scientifica di un particolare periodo riflette la struttura sociale che l'ha determinata. Questa è attraversata da forze diverse. I rapporti che caratterizzano le società sono socialmente e storicamente definibili. Sono questi rapporti di interdipendenze che permettono lo sviluppo di un certo tipo di uomo e di un certo tipo di produzioni culturali.

In un processo circolare di coproduzione che possiamo distinguere solo in fase analitica, intervengono variabili tecnologiche, economiche ed ideologiche. È l'insieme inestricabile di questi elementi, che fa sì che si costituisca un quadro sociale - una configurazione - speciale che consente una particolare economia psichica e la nascita di particolari civiltà.

Diviene centrale, una volta compresa la complessità delle tensioni che attraversano la società, avere una corretta concezione del processo di razionalizzazione; processo, questo, che attraversa tutto l'arco della storia umana e che incide in maniera determinante sulla produzione di conoscenza scientifica. Rileggendo l'evoluzione psichica dell'Occidente, si ha l'impressione che si ritenga che la razionalizzazione della coscienza, il passaggio da un pensiero magico tradizionale ad uno più razionale, sia da attribuire ad un certo numero di individui geniali e particolarmente avveduti. Pare quasi che questi individui illuminati, con la loro intelligenza superiore, abbiano insegnato agli occidentali come utilizzare in modo appropriato la loro innata intelligenza. Senza dubbio i grandi pensatori dell'Occidente hanno fatto grandi cose. Hanno saputo esprimere in modo sintetico ed esemplare ciò che i loro contemporanei percepivano nell'attività quotidiana senza peraltro padroneggiare le loro esperienze con la riflessione. Hanno cercato di purificare le forme più razionali di pensiero che nascevano dall'ampia trasformazione strutturale del tessuto sociale, e, utilizzandole, hanno cercato di accostarsi sempre più ai fondamenti dell'esistenza umana. Hanno così trasmesso agli altri uomini una più chiara visione del mondo e di se stessi. Stando al centro di un più ampio meccanismo sociale, ne hanno così co-determinato, operando come leve, l'andamento. A seconda della loro grandezza e della loro collocazione, in misura maggiore e minore sono stati gli interpreti ed i portavoce del pensiero dominante. Tuttavia non sono stati loro a dare origine al tipo di pensiero che dominò la loro società. Non furono, insomma, i creatori di quello che chiamiamo "pensiero razionale". Questa stessa espressione è un po' troppo statica e indifferenziata per ciò che dovrebbe esprimere. Troppo statica, perché la struttura dell'economia psichica in effetti muta con la stessa lentezza o rapidità della struttura delle funzioni sociali; troppo indifferenziata perché lo schema della razionalizzazione, la struttura delle abitudini

¹⁰⁵ Per approfondimenti, **Elias, Norbert** (2010), op. cit.; **Elias, Norbert** (1998), op. cit.; **Elias, Norbert** (1998), op. cit.; **Elias, Norbert** (2010), *Marinaio e gentiluomo*, Il Mulino, Bologna.

razionali di pensiero, in parte variano sensibilmente nei diversi strati sociali conformemente alle differenze tra le loro funzioni sociali e la loro rispettiva collocazione storica. Inoltre, va sottolineato, che l'interpenetrazione dei singoli piani e delle singole azioni umane può dar vita a cambiamenti e configurazioni che non sono stati progettati né creati da alcuno¹⁰⁶. Dall'interdipendenza degli uomini scaturisce un ordine di un genere assai specifico, un ordine più coercitivo e vigoroso della volontà e della ragione dei singoli individui che lo formano. È quest'ordine di interdipendenza che determina l'andamento dell'evoluzione storica e i processi di mutamento, tutti, anche quelli della produzione di conoscenza scientifica.

Così, per il fatto che parecchi individui si pongono lo stesso fine - nel caso greco, ad esempio, l'aderire ai dettami di un ordine cosmico immutabile - viene a crearsi una situazione che nessuno di essi ha perseguito o progettato, un fenomeno specificatamente sociale: un rapporto di concorrenza, di qualsiasi genere, dotato di leggi proprie. Quindi, non attraverso i piani comuni di parecchi individui, ma come un prodotto non programmato, scaturito dalla coesistenza e contrapposizione di molti individui, si arriva ad una specifica struttura sociale da cui scaturisce una speciale conoscenza.

A partire dalle primissime epoche della storia occidentale fino all'epoca nostra, le funzioni sociali tendono sempre di più a differenziarsi sotto la forte pressione della concorrenza. Ciò avviene, dapprima sotto la spinta di un'esterna costrizione fisica, poi in rapporto alla crescente centralizzazione dei luoghi di dominio, infine sotto il giogo del monopolio della violenza legittima; sono queste infatti le condizioni che, attraverso processi di lunga durata, garantiscono spazi pacificati sempre più ampi ed una relativa prevedibilità dell'atteggiamento altrui. Quanto più le funzioni sociali si differenziano, tanto più aumenta il loro numero e quindi anche quello di coloro dai quali il singolo individuo dipende interamente in tutte le sue attività, dalle più semplici e quotidiane alle più complesse e rare. I comportamenti di un crescente numero di uomini devono quindi accordarsi tra loro, l'intreccio delle loro azioni deve essere organizzato in modo sempre più rigoroso e preciso affinché ogni singola azione possa adempiervi la sua funzione sociale. Il singolo individuo è costretto a regolare il suo comportamento rendendolo sempre più differenziato, più regolare e più stabile. Abbiamo già detto che tale regolazione non è affatto consapevole. E ciò che caratterizza la modificazione dell'apparato psichico - nei secoli e attraverso tutte le società - è appunto il fatto che questa regolazione più differenziata e più stabile del comportamento viene inculcata all'individuo fin da piccolo come una sorta di automatismo, come un'autocostrizione¹⁰⁷ a cui egli non può sottrarsi, anche se interiormente lo desidera. Questi si attesta su un autocontrollo degli istinti, e quindi si attiene ad uno specifico comportamento, volta per volta adeguato agli schemi e ad i modelli della sua società: ciò avviene solo in parte consapevolmente. Più in generale, la paura, legata alla posizione stessa dell'intero gruppo, alla sua lotta per conservare la sua elevata posizione e alle minacce più o meno gravi che incombono su di esso, costituisce il motore che spinge i suoi membri ad osservare un certo codice di comportamento. Essa può trasformarsi nel singolo in angoscia, nel timore di vedersi personalmente degradato o anche di veder diminuito il proprio prestigio nell'ambito della società; e proprio questa paura - assimilata fino a diventare autocostrizione - di uno scadimento del proprio prestigio agli occhi degli altri, sia che si traduca in vergogna sia in senso dell'onore, garantisce una costante ed uniforme riproduzione del comportamento differenziante e una rigorosa regolazione delle pulsioni in ogni membro di questo strato. Questo tipo di comportamento, come dicevamo, non scaturisce esclusivamente dalla necessità per ognuno di collaborare con altri, ma è ampiamente condizionato e determinato dalla

¹⁰⁶ **Elias, Norbert** (2010), op. cit., pp. 372-376.

¹⁰⁷ Per approfondimenti, **Ibidem**.

peculiare divisione della società in strati superiori e inferiori. La forza e le contraddizioni dei controlli sociali cui è assoggettato il comportamento di ogni individuo negli strati superiori, dipendono non soltanto dal fatto che i controlli sono esercitati da rivali, in parte ancora in un ambito di maggiore o minore concorrenza, ma soprattutto dal fatto che i rivali devono concertare un'azione comune per difendere il prestigio che li distingue e il loro elevato standard di vita contro gli strati emergenti.

Ad esempio, gli uomini greci del V secolo a. C., hanno in parte già acquisito la capacità di vedere lontano per quanto riguarda la natura e i loro simili, perché caratterizzati già da una *habitus* psichico che controlla maggiormente le emozioni.

Come il comportamento generale, anche il modo di osservare la natura assume una più accentuata neutralità affettiva; anche l'immagine del mondo a poco a poco risulta sempre meno determinata dai desideri e dalle paure degli uomini e sempre più orientata verso l'esperienza o *empeiria*, verso quelle successioni d'interdipendenze che hanno le loro leggi specifiche. Allorché la struttura stessa della società impone al singolo di raffrenare più decisamente le emozioni momentanee e di ristrutturare sempre più le energie pulsionali, così comincia lentamente a svilupparsi l'orientamento in base all'esperienza, l'osservazione di più lunghe catene d'interdipendenza, tratti questi, fondamentali per lo sviluppo di un pensiero scientifico. In sostanza si sviluppa nell'individuo un dominio di sé uniforme che circonda come una solida cerchia ogni suo comportamento, una più costante regolazione dei suoi impulsi conformemente agli standards sociali¹⁰⁸.

Sono necessarie ricerche insieme psicogenetiche e sociogenetiche¹⁰⁹ per poter stabilire una linea di collegamento tra tutte quelle differenti manifestazioni degli uomini e la loro esistenza sociale. Non possiamo considerare da un lato la "società", e dall'altro il mondo concettuale degli uomini e le loro "idee" come due formazioni differenti che in un certo senso possono essere considerate separatamente. L'affermarsi in un certo periodo storico di una specifica conoscenza scientifica dunque, è frutto di un processo che non avviene esclusivamente nella sfera particolare delle "idee" o dei "pensieri". Non si tratta più di trasformazioni del "sapere", di un mutamento delle "ideologie", insomma dei cambiamenti dei contenuti della coscienza, ma di cambiamenti dell'intero *habitus* umano, nel cui ambito i contenuti della coscienza, e tanto più le abitudini del pensiero, costituiscono soltanto un fenomeno parziale, un settore singolo. Ci troviamo di fronte, invece, a mutamenti strutturali dell'intera economia psichica. Per comprendere realmente queste strutture sociali e questi processi bisogna esaminare i rapporti tra i diversi strati di funzioni reciprocamente collegati all'interno di un campo sociale, e che, per un certo periodo, si riproducono a seguito di uno spostamento più o meno rapido dei rapporti di forza, derivante dalla specifica struttura di questo campo. Bisogna tener conto della totalità di un campo sociale più o meno differenziato e carico di tensioni. Ed è possibile farlo soltanto perché il tessuto sociale ed il suo mutamento morfologico, che si verifica nel corso della storia, non sono immersi nel caos ma, anche nelle fasi di gravissimi sconvolgimenti sociali e di disordine, possiedono un ordine ed una struttura ben chiari. Studiare un campo sociale nella sua totalità non significa studiare tutti i singoli fenomeni che avvengono al suo interno: significa innanzitutto scoprire le strutture fondamentali che danno a tutti i singoli avvenimenti all'interno di questo campo il loro orientamento e la loro impronta specifica.

Nel nostro caso bisogna dunque scoprire in base a quali leggi gli uomini delle particolari società prese da noi in esame siano costantemente legati tra loro in una specifica catena di funzioni - ad esempio come schiavi e filosofi - e analizzare come queste forme relazionali

¹⁰⁸ Ivi, pp. 355-376.

¹⁰⁹ L'economia psichica di un individuo varia al mutare delle strutture sociali dando vita ad un particolare *habitus* psichico.

e queste istituzioni si modifichino in un senso ben specifico. È possibile dunque enucleare dai singoli fatti un'impalcatura ben salda, un contesto strutturale che si fonda su una precisa cosmologia di riferimento che ne determina i confini. Questo tessuto sociale è imbevuto dell'universo simbolico del suo tempo che, in qualche modo - grazie alla pressione della tradizione, delle norme e della società nel suo complesso - dirige l'azione e la produzione culturale degli individui.

Abbiamo detto, e diviene fondamentale ribadirlo, che sono molteplici i piani che interagiscono all'interno di una struttura sociale. Tutte le produzioni di un certo periodo risentono quindi di queste interdipendenze. Cosmologie specifiche si compenetrano nelle esistenze individuali attraverso l'*habitus* psichico prodotto dalla sociogenesi.

La cosmologia, *strictu sensu*, è una rappresentazione della struttura dell'universo. Questa soddisfa un bisogno psicologico fondamentale: fornisce un campo d'azione alle attività quotidiane dell'uomo ed a quelle delle sue divinità. Spiegando la relazione fisica esistente tra l'ambiente naturale dell'uomo e il resto della natura, esse completano l'universo sulla misura dell'uomo e fanno sì che l'uomo vi si senta a suo agio. L'uomo non sa vivere a lungo senza crearsi una cosmologia, perché una cosmologia è in grado di dargli una prospettiva del mondo che informi e dia significato ad ogni sua attività pratica e spirituale. Sebbene i bisogni psicologici che una cosmologia può soddisfare appaiano relativamente dello stesso tipo, le cosmologie in grado di soddisfare tali bisogni hanno avuto delle enormi differenziazioni da una società o civiltà all'altra. Nessuna delle cosmologie primitive soddisferebbe oggi la nostra esigenza di una determinata visione del mondo, in quanto noi siamo membri di una civiltà la quale ha imposto certi ulteriori criteri, cui un sistema cosmologico deve adempiere per essere ritenuto valido. Ad esempio noi non daremo alcun credito ad una cosmologia che introduca delle divinità per spiegare i fenomeni quotidiani del mondo fisico; negli ultimi secoli, almeno, ci siamo fissati su spiegazioni più strettamente meccaniche. E, quel che è ancor più importante: noi esigiamo oggi che un soddisfacente sistema cosmologico renda conto di molti dei particolari osservati nella fenomenologia della natura. Le cosmologie primitive sono soltanto abbozzi schematici, sul cui sfondo si svolge il dramma della natura: ben poco di questo dramma è incorporato nella cosmologia. Solo nella nostra civiltà occidentale, la spiegazione di tali particolari è stata considerata una funzione della cosmologia. Nessun'altra civiltà, antica o moderna, s'è posta un'esigenza di questo genere. L'esigenza che una cosmologia fornisca sia una visione soddisfacente del mondo, sia una spiegazione dei fenomeni che si osservano, come la variazione giornaliera della posizione del cielo quando sorge, ha molto aumentato il potere del pensiero cosmologico. Ha indirizzato la necessità universale dell'uomo di sentirsi a suo agio nel mondo verso una corsa senza precedenti alla scoperta di spiegazioni scientifiche. Molte fra le realizzazioni più caratteristiche della civiltà occidentale sono legate a questa combinazione di esigenze imposte al pensiero cosmologico. Tale combinazione tuttavia non è stata sempre felice. Ha costretto l'uomo moderno ad affidare la costruzione dei sistemi cosmologici a specialisti, che conoscano la gran quantità di osservazioni dettagliate, cui le moderne cosmologie devono rispondere per essere ritenute valide. E poiché l'osservazione è un'arma a doppio taglio, che può confermare o contraddire un sistema cosmologico, le conseguenze di questo affidamento possono essere rovinose. All'occasione l'esperto è in grado di distruggere, con argomentazioni totalmente connesse alla sua scienza, una certa visione del mondo che aveva reso in precedenza l'universo ricco di significati ai membri, scienziati e laici, di un'intera comunità civile. Va però al contempo considerato, che le dottrine cosmologiche, attraverso la tradizione, fanno una certa presa sulla mente umana. La tradizione crea tutta una serie di abitudini mentali che guidano l'immaginazione scientifica, che limitano i concetti validi nella ricerca e che rende difficile concepire certi tipi di innovazione e

l'accettazione di altri. Le convinzioni cosmologiche sono difficili da intaccare, in modo particolare dopo che queste vengono adottate nell'attività pratica da intere generazioni di studiosi che la trasmettono poi ai successori attraverso l'insegnamento e gli scritti. La forza della tradizione cosmologica va al di là di quest'effetto di propaganda e ben oltre l'applicazione nel solo campo astronomico. Ad esempio, l'universo a due sfere fornì una guida feconda alle soluzioni di problemi tanto al di fuori quanto all'interno del campo astronomico. Verso la fine del IV secolo a. C., questo era stato adottato non soltanto per risolvere i problemi dei pianeti, ma anche per problemi terrestri, come la caduta di una foglia e il volo di una freccia, e per i problemi di ordine spirituale, come il rapporto fra l'uomo e la sua divinità. Se l'universo a due sfere e, in particolare, la concezione di una Terra centrale e stabile sembravano allora l'indiscutibile base di partenza di ogni ricerca astronomica, ciò accadeva soprattutto perché l'astronomo non poteva più rompere l'armonia dell'universo a due sfere senza sconvolgere la fisica e anche la religione. Fondamentali concetti d'astronomia erano diventati elementi di una più grande struttura di pensiero e gli elementi non astronomici potevano risultare tanto importanti quanto quelli astronomici nel vincolare l'immaginazione degli astronomi. Le storie dei mutamenti cosmologici non sono quindi semplicemente storie di astronomi e di cieli¹¹⁰.

La cosmologia è un costrutto teoretico nomizzante che descrive una concezione dell'universo intesa come il prodotto di un pensiero che si situa sul piano della coscienza riflessiva, della riflessione elaborata. Questo pensiero si esprime in un vocabolario preciso, s'organizza intorno ad alcune nozioni fondamentali; si presenta come un sistema concettuale coerente e strutturato. Questo vocabolario, queste nozioni di base, al variare dei sistemi concettuali, possono presentarsi come nuovi rispetto al passato. Per capire come essi hanno potuto costituirsi, si deve cercare in quale forma le trasformazioni della vita sociale si sono esse stesse tradotte sul piano concettuale. In altre parole, è necessario cercare qual è il settore della vita sociale che ha servito da intermediario, che ha svolto l'ufficio di mediazione in rapporto alle costruzioni del pensiero, al rinnovamento di certe configurazioni. Per trovare quest'anello mediatore fra la pratiche sociali ed il loro rispettivo universo intellettuale, bisogna ricercare come nel tempo gli individui posti ad esempio davanti alla crisi provocata dall'estensione del commercio marittimo o dagli inizi di un'economia monetaria, siano portati a ripensare la loro vita sociale per tentare di rimodellarla conformemente a certe aspirazioni, come in tal modo ne abbiano fatto un oggetto di riflessione, come l'abbiano concettualizzata¹¹¹.

Queste differenti visioni del mondo che si sono susseguite nei secoli, hanno avuto un carattere specifico altalenante a seconda del periodo e delle strutture sociali in cui si sono inscritte.

Per comodità, mi avvarrò di una schematica periodizzazione fornitaci da Elias¹¹², che distingue - nel lungo arco storico preso in analisi - due diverse fasi di conoscenza dominate da sacerdoti e due fasi ugualmente distinte dominate da gruppi secolari:

- 1a) Prima fase di conoscenza dominata da sacerdoti - dalla fine del quarto millennio circa al sesto secolo a. C..
- 2a) Prima fase di conoscenza secolare dal sesto secolo a. C. circa al quarto secolo d. C..
- 1b) Seconda fase di conoscenza dominata da sacerdoti dal quarto secolo d. C. al quindicesimo secolo d. C..
- 2b) Seconda fase di conoscenza secolare dal quindicesimo secolo d. C. circa.

¹¹⁰ Kuhn, Thomas S. (2000), op. cit., pp. 9-11.

¹¹¹ Vernant, Jean-Pierre (1978), *Mito e pensiero presso i greci*, Einaudi, Torino, p. 207.

¹¹² Elias, Norbert (1998), op. cit., p. 208.

In sintesi, si potrebbe dire che l'importanza che assegno alle teorie cosmologiche nella mia analisi deriva dal fatto che queste divengono fondative non solo degli universi abitati dagli individui - e già sarebbe cosa di non poca importanza - ma anche perché queste guidano l'atteggiamento e le modalità di produzione sociale di conoscenza scientifica assumendo valore cognitivo; questi atteggiamenti e modalità, a loro volta, in un processo dialettico di co-produzione ne rinsaldano le fondamenta costitutive.

II.3 Le configurazioni narrative: dal Filosofo greco allo Scienziato

Eccoci giunti al punto: io affermo che la storia della produzione sociale di conoscenza scientifica¹¹³ si intreccia e si dipana su configurazioni narrative specifiche: ogni epoca ha la sua.

Queste sono da definirsi, in senso dialettico, come la trama cosmologica prodotto dell'insieme dei sistemi concettuali elaborazioni riflesso di particolari strutture sociali composte da specifiche catene d'interdipendenza; al contempo sono il prodotto dello stadio, ogni volta diverso, del processo di civilizzazione: è la capacità di distacco, l'orientamento in base all'esperienza, l'accentuata neutralità affettiva acquisita attraverso questo processo che permette e dirige lo sguardo degli individui verso una certa visione del mondo. Questi mondi percepiti¹¹⁴ - le configurazioni narrative, appunto - vanno intesi come un prodotto del rapporto dialettico tra le configurazioni sociali (Configurazioni socio-storiche¹¹⁵) e i sistemi concettuali che assurgono a matrici di significato omnicomprensive (Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza¹¹⁶). E proprio queste configurazioni narrative¹¹⁷ descrivono l'andamento della storia dello sviluppo della conoscenza scientifica. Quest'andamento, a sua volta, è frutto di azioni individuali interdipendenti che dà vita ad un disegno superiore alle intenzioni dei singoli che ne prendono parte. Esso indica una certa tendenza delle società e ne dà un quadro identificabile, che è complesso e ricco di sfumature e visibile solo in un secondo momento. Potremmo dire che crea un'opera per la comprensione ed il piacere esclusivo dei posteri.

Infine, queste diverse configurazioni narrative che compongono, come tasselli di un mosaico, il periodo storico preso in analisi - indagato sotto la luce sociologica dei processi di lunga durata - lascia emergere personaggi distinti che si caratterizzano per specifiche qualità.

Questi vanno intesi come indicatori ed espressioni idealtipiche¹¹⁸ del loro tempo. È attraverso di loro, attraverso le loro visioni del mondo, attraverso le loro scoperte che cercherò di comprendere e descrivere l'ampio quadro socio-storico preso in analisi. Le configurazioni narrative sono la trama cosmologica riflesso di precise strutture sociali di cui i personaggi sono i protagonisti.

Queste configurazioni daranno vita, in tempi diversi e con diverse modalità, al Filosofo greco nell'Età Classica; al Matematico nell'ellenismo e al Monaco nell'alto Medioevo; allo Scolastico nel basso Medioevo; al Filosofo naturale nel Rinascimento ed allo Scienziato in epoca moderna.

¹¹³ La mia ricostruzione prende in considerazione esclusivamente il mondo occidentale nel periodo che va dall'età della Grecia antica alla contemporaneità.

¹¹⁴ Per approfondimenti, vedi qui **Il valore cognitivo dei paradigmi**.

¹¹⁵ Il primo paragrafo di ogni capitolo che seguirà è così definito. Qui si analizzano le condizioni materiali del relativo periodo socio-storico.

¹¹⁶ Il secondo paragrafo di ogni capitolo che seguirà è così definito. Qui si analizzano le condizioni cosmologiche e le caratteristiche del patrimonio di conoscenza a disposizione nel relativo periodo socio-storico.

¹¹⁷ Il terzo paragrafo di ogni capitolo che seguirà è così definito. Qui si analizza il prodotto della dialettica tra le configurazioni socio-storiche e gli universi simbolici e riserve sociali di conoscenza.

¹¹⁸ "Per enucleare dapprima le differenze caratteristiche, si deve necessariamente parlare in termini di "tipi ideali", usando un linguaggio concettuale che in un certo senso fa violenza alla realtà storica; ma altrimenti sarebbe semplicemente esclusa la possibilità di una chiara formulazione, a furia di restrizioni e clausole". **Weber, Max** (2006), *L'etica protestante e lo spirito del capitalismo*, Bur, Milano, nota 70, p. 268.

Capitolo III

La conoscenza scientifica nel periodo classico: la nascita del cosmo

III.1 Configurazioni socio-storiche: la *Pólis*¹¹⁹

Nella Grecia antica non esiste ancora una scienza costituita. Le poche conoscenze astronomiche che i Greci utilizzeranno, non le hanno elaborate loro, ma le hanno acquisite dalle vicine civiltà del Medio Oriente, in special modo dai Babilonesi. Si pone immediatamente un paradosso: I Greci fonderanno la cosmologia e l'astronomia; gli imprimeranno un orientamento che determinerà la sorte di queste discipline per tutta la storia dell'Occidente; sin da subito, daranno loro una direzione a cui ancora oggi siamo, in parte, legati. Tuttavia non erano stati loro a impegnarsi, da secoli, ad un lavoro meticoloso d'osservazione degli astri, a incidere su tavolette, come hanno fatto i Babilonesi, effemeridi segnalanti diverse fasi della luna, il sorgere ed il tramontare delle stelle. Dunque i Greci hanno utilizzato delle osservazioni, delle tecniche, degli strumenti messi a punto da altri. cionondimeno hanno integrato le conoscenze, che così gli erano state tramandate, in un sistema interamente nuovo; hanno fondato un'astronomia nuova. Come spiegare quest'innovazione? Perché i Greci hanno collocato i saperi presi da altri popoli in una cosmologia nuova ed originale?

L'astronomia babilonese, molto sviluppata, ha, grosso modo, tre caratteri: 1) Resta integrata ad una religione astrale. Il mondo celeste rappresenta ai loro occhi delle potenze divine. Osservandolo, gli uomini, possono penetrare le intenzioni degli dei. 2) Quelli che hanno l'ufficio di osservare gli astri appartengono alla categoria degli scribi. Nella società babilonese, gli scribi hanno la funzione di notare per iscritto, e di conservare sotto forma di archivi, tutta la vita economica in dettaglio. Si può dire che essi tengono la contabilità di quel che succede nel cielo, come tengono la contabilità di quel che succede nella società umana. In tutti e due i casi gli scribi agiscono al servizio di quel personaggio che domina tutta la società babilonese, e la cui carica è tanto religiosa quanto politica: il re. Infatti, per il re, è essenziale sapere quel che succede nel cielo: il suo destino personale e la salvezza del regno ne dipendono. Intermediario fra il mondo celeste ed il mondo terrestre, egli deve conoscere esattamente in quale momento deve compiere i riti religiosi di cui ha l'incarico. Dunque l'astronomia è legata all'elaborazione di un calendario religioso, la cui messa a punto è privilegio d'una classe di scribi che lavorano al servizio del re. 3) Quest'astronomia ha carattere strettamente aritmetico. I Babilonesi, che hanno una conoscenza precisa di alcuni fenomeni celesti, non si rappresentano i movimenti degli astri nel cielo secondo un modello geometrico; l'astronomia presso di loro, non è proiettata in uno schema spaziale¹²⁰.

Sin dall'inizio, su questi tre punti, l'astronomia greca registra una frattura radicale. Prima di tutto, si allontana da ogni religione astrale. I "fisici" d'Ionia - un Talete, un Anassimandro, un Anassimene - avanzano, nei loro scritti cosmologici, una *théoria*, cioè una visione, una concezione generale che renda spiegabile il mondo senza nessuna preoccupazione di carattere religioso, senza alcun riferimento a divinità o a pratiche rituali. Anzi i "fisici" sanno di contrapporsi, in parecchi punti, alle credenze religiose tradizionali. Siamo di fronte ad un sapere che, immediatamente, si ispira ad un ideale d'intelligibilità. C'è la volontà, in questi pensatori, di spiegare l'universo in una maniera totalmente positiva e razionale. Se confrontiamo la concezione antica, l'immagine arcaica

¹¹⁹ Per approfondimenti su questo paragrafo, vedi **Vernant, Jean-Pierre** (1978), op. cit.

¹²⁰ **Ivi**, pp. 201-203.

del mondo, con lo schema che si definisce già nitidamente in Anassimandro, ci rendiamo conto che si tratta di un cambiamento nella rappresentazione stessa dello spazio. Una rivoluzione simile - per importanza - a quella che avvenne dal passaggio dalla concezione geocentrica alla concezione eliocentrica. Questa nuova concezione dello spazio produceva così una vera trasformazione nell'idea che l'uomo si faceva di se stesso e dei suoi rapporti con l'universo. Come spiegare dunque questa svolta nel pensiero astronomico, questa mutazione della visione del mondo?

Fra l'età di Esiodo e quella d'Anassimandro si sono prodotte numerose trasformazioni, sul piano sociale e su quello economico, di cui s'è sottolineata spesso l'importanza. Ma più d'altre diventa fondamentale, per una giusta comprensione del mutamento che si deve spiegare, il fenomeno politico, cioè l'avvento della *pólis* greca. Questa realtà, caratterizzata da uno specifico *habitus* psichico, con un suo vocabolario, i suoi concetti di base, la sua intelaiatura intellettuale è stato elaborato nella pratica sociale e poi declinato all'applicazione della conoscenza della natura.

La *pólis* presuppone un processo di desacralizzazione e di razionalizzazione della vita sociale. Non c'è più un re sacerdote che, mediante l'osservanza d'un calendario religioso, faccia, in nome del, e per il gruppo umano, tutto ciò che è da farsi; sono gli uomini a prendere loro stessi in mano il loro destino "comune", a decidere d'esso dopo discussione (quando si dice uomini, si intende i cittadini). Ma, per i cittadini, gli affari della città non possono essere regolati se non al termine d'un pubblico dibattito, in cui ciascuno può liberamente intervenire per svilupparvi i suoi argomenti. Il *lògos*, strumento di questi pubblici dibattiti, prende perciò un duplice senso: da una parte, è la parola, il discorso che pronunciano gli oratori nell'assemblea; ma è anche la ragione, questa facoltà d'argomentare che definisce l'uomo in quanto non è semplicemente un animale ma, come "animale politico", un essere ragionevole¹²¹. A quest'importanza che allora acquista la parola, diventata ormai lo strumento per eccellenza della vita politica, corrisponde anche un cambiamento nel significato sociale della scrittura. Nei regni del Medio Oriente, la scrittura era specialità e privilegio degli scribi; permetteva all'amministrazione reale di controllare, tenendone la contabilità, la vita economica e sociale dello stato; mirava a costituire degli archivi, tenuti più o meno segreti nell'interno del palazzo. Al momento della nascita della città, la scrittura assume una funzione esattamente inversa. Invece d'esser privilegio di una casta, segreto d'una classe di scribi che lavora per il palazzo del re, la scrittura diviene "cosa comune" a tutti i cittadini, uno strumento di pubblicità; consente d'immettere nel dominio pubblico tutto quello che, superando la sfera privata, interessa la comunità. Le leggi debbono essere scritte; in tal modo diventano veramente cosa di tutti. Le conseguenze di questa trasformazione della posizione sociale della scrittura saranno fondamentali per la storia intellettuale: se la scrittura permette di rendere pubblico, di porre sotto gli occhi di tutti, quello che nelle civiltà orientali restava sempre più o meno segreto, ne risulta che le regole del gioco politico, cioè il libero dibattito, la discussione pubblica, l'argomentazione contraddittoria diverranno anche le regole del gioco intellettuale. Come gli affari politici, anche le conoscenze, le scoperte, le teorie di ogni filosofo sulla natura saranno messe in comune, diverranno "cose comuni". Se la cosmologia greca ha potuto liberarsi dalla religione, se il sapere concernente la natura s'è desacralizzato, è perché, nello stesso tempo, la vita sociale s'era essa stessa razionalizzata, perché l'amministrazione della città era divenuta un'attività in gran parte profana.

All'elaborazione d'uno spazio astratto, legato all'organizzazione politica, corrisponde la creazione d'un tempo civico, costruito secondo le stesse esigenze. Ancora come lo spazio, questo tempo civico (contrariamente al tempo religioso, ritmato da feste che tagliano il

¹²¹ Ivi, p. 208.

ciclo dell'anno in fette temporali qualitativamente diverse, e a volte addirittura nettamente opposte) è caratterizzato dalla sua omogeneità. Politicamente, tutti i periodi del tempo civico, sono intercambiabili.

Tuttavia, i progressi stessi della matematica dovevano permettere, nel IV secolo, alla geometria ed alla politica d'incontrarsi di nuovo. Nei circoli pitagorici che, con Archita, giungono al potere a Taranto, sarebbero nati i primi tentativi di applicare le nozioni matematiche ai problemi sociali posti dalla crisi della città. Alla nozione semplice dell'uguaglianza, che appariva nell'ideale d'*isonomia*, si sostituiscono concezioni più dotte: si distinguono, si contrappongono, uguaglianza aritmetica ed uguaglianza geometrica o armonica. In realtà, la nozione fondamentale è ormai quella di proporzione. Essa giustifica una concezione gerarchica della città, permettendo nello stesso tempo di vedere nelle istituzioni della *pólis* l'immagine "analogica" d'un ordine superiore all'uomo, cosmico o divino. Dunque, questo nuovo incontro del geometrico e del politico non deve trarre in inganno, non si tratta d'un ritorno al passato. Tutto l'equilibrio delle nozioni è modificato. Nel VI secolo, l'essenziale era definire e promuovere un ordine propriamente umano. Si potrebbe dire che il filosofo, quando si rappresentava l'ordine del mondo, manteneva gli occhi fissi sulla città. Invece, nel IV secolo, il filosofo ha gli occhi volti al divino, contempla il cielo, gli astri, i loro movimenti regolari: è a partire da loro ed a loro immagine che concepisce l'ordine della città, proprio quando la storia ne ha già mandato in rovina le strutture tradizionali.

Per Clistene¹²², il problema era la rifusione delle istituzioni ateniesi; per Platone, il fondamento della città. Quando, dallo sforzo d'organizzazione della città reale, si passa alla teoria o all'utopia della città ideale, i rapporti del matematico e del politico si capovolgono. La città non ha più la funzione di modello; il politico non costituisce più quel campo privilegiato in cui l'uomo coglie se stesso come capace di regolare da sé, attraverso un'attività riflessa, i problemi che lo concernono, al termine di discussioni e di dibattiti coi suoi pari: è la matematica che ha valore di modello, perché, nella testa di quest'essere eccezionale che è il filosofo, essa riflette il pensiero divino.

L'analisi della città platonica malgrado tutti gli elementi presi a prestito dagli stati del suo tempo, la sua città teorica, lungi dal rappresentare la verità della città classica, ne è, sotto molti rispetti, l'opposto. Non sono più tanto gli uomini a dirigerla, quanto gli dèi, e lo sforzo di Platone non mira a trovare le istituzioni che permettano ai cittadini di governarsi da sé, ma a fondare una città che sia, in tutta la misura del possibile, nelle mani degli dèi. Quanto allo spazio ed al tempo civici creati da Clistene, essi diventano, in modo del tutto naturale, il riflesso delle realtà siderali, in modo da far partecipare il microcosmo della città al macrocosmo dell'Universo¹²³. Nella città platonica, la differenziazione delle classi dà luogo ad una vera segregazione fondata su una differenza di natura fra i membri delle diverse categorie funzionali che non devono, su nessun piano, trovarsi mischiate. Tuttavia lo scopo finale di Platone resta quello stesso che si prefiggeva Clistene: costruire uno stato che sia veramente uno ed omogeneo. Ma, per il filosofo, quest'ideale indica una condizione imperiosa: coloro che formano lo stato non possono essere simili politicamente se non a condizione d'esserlo anche nell'insieme della loro vita sociale. Perché dirigenti e custodi possano adempiere il loro incarico e vegliare al bene generale, bisogna che tutto fra loro sia effettivamente uguale e comune. Questo non è possibile se non a condizione ch'essi rinuncino ad ogni attività d'ordine professionale o economico per consacrarsi interamente ed esclusivamente alla loro funzione politica. In altre parole, la realizzazione

¹²² Clistene (Atene, 565 a.C. - Atene, 492 a.C.), fu uno dei padri della democrazia della Grecia classica.

¹²³ Lèveque e Vidal-Naquet, Clithène l'Athénien, p. 146, in Vernant, Jean-Pierre (1978), op. cit., p. 258.

del modello clistenico d'una *politeia*¹²⁴ omogenea presuppone un'epurazione della sfera politica, mediante l'espulsione di tutti quelli che, a qualsiasi titolo, sono impegnati nella vita professionale. In una città in cui la specializzazione delle funzioni e dei mestieri ha diviso il gruppo in parti antagonistiche, l'unità e l'omogeneità dello stato non possono essere ristabilite se non facendo dell'attività politica una specialità a parte, un mestiere opposto a tutti i mestieri, nel senso che appartiene alla sfera pubblica e non, come gli altri, alla sfera dell'interesse privato. Dunque Platone è indotto ad evocare le condizioni locali più favorevoli alla realizzazione del suo progetto e a precisare i modi d'organizzazione dello spazio che la sua legislazione proietterà sul terreno. Egli non nasconde che il suo piano ha un valore ideale: nella pratica, senza dubbio, sarà impossibile riunire tutte le condizioni richieste. Dunque ci troviamo di fronte - e Platone lo dice espressamente - ad un modello. Questo modello è insieme geometrico e politico. Rappresenta l'organizzazione della città nella forma d'uno schema spaziale. Circolare e centrato come quello di Clistene, lo spazio politico di Platone se ne distingue però su parecchi punti essenziali. Non è più l'agorà che occupa la posizione centrale, ma l'acropoli, consacrata alle divinità tutelari della città, Zeus ed Athena. Questo spostamento del centro è significativo: l'acropoli si oppone all'agorà come la sfera del "sacro" alla sfera del lecito o del "profano", come il divino all'umano. La città platonica si costruisce intorno ad un punto fisso che, per il suo carattere sacro, ancora, per così dire, il gruppo umano alle divinità; s'organizza secondo uno schema circolare che riflette l'ordine celeste. Dunque è normale che Platone, percorrendo in senso inverso il cammino seguito da Clistene, si affidi ad un sistema in cui il valore religioso appare senza equivoco: ogni tribù è assegnata, come suo lotto, ad uno dei dodici dèi del pantheon. Padroni dello spazio, gli dèi sono anche signori del tempo: ognuno dei dodici mesi è attribuito ad un dio. Se le divisioni del tempo corrispondono a quelle dello spazio, c'è che spazio e tempo si modellano entrambi sull'ordine divino del cosmo. Il piano politico, che Clistene aveva superato, viene dunque reintegrato da Platone nella struttura d'insieme dell'universo.

Ad Atene, quella che oggi chiameremmo la funzione tecnica, è da associarsi ad una categoria sociale precisa: gli artigiani. Platone sottolinea come nel mito di Prometeo si evidenzia l'opposizione fra l'arte politica e l'arte militare da una parte, e le tecniche utilitarie dall'altra. Uno Zeus sovrano, protetto da "guardiani", opposto a delle divinità che han seggio più in basso e presiedono alle arti ed al lavoro: si riconosce qui, espresso nel linguaggio della religione, lo schema delle tre classi sociali e delle loro funzioni, che domina tutta una corrente del pensiero politico greco. Ora, per Platone, le virtù che qualificano i membri delle prime due classi per le funzioni di dirigenti e guardiani, fondano un sistema sociale comunitario; la psicologia della gente che esercita un mestiere esige invece un'economia di proprietà privata. Platone sostiene categoricamente l'incompatibilità della funzione tecnica e della funzione politica: la pratica di un mestiere squalifica per l'esercizio del potere.

Ad Atene la divisione del lavoro era già avanzata e gli artigiani avevano avuto, nella prosperità della città e nella sua vita politica, una parte che, d'altronde, Platone deplorava. L'importanza da lui accordata alla tecnica ha toccato la sua concezione dell'uomo solo negativamente. Nessuno degli aspetti psicologici della funzione gli pare presentare un valido contenuto umano: né la tensione del lavoro come sforzo umano di un tipo particolare, né l'artificio tecnico come invenzione intelligente, né il pensiero tecnico nel suo ruolo formatore della ragione. Al contrario, si trova in lui la cura di separare e di opporre intelligenza tecnica e l'intelligenza, l'uomo tecnico ed il suo ideale di uomo, così

¹²⁴ Quando si parla di *politeia* nel senso di "costituzione" non si allude semplicemente al complesso di leggi, formale e materiale, che regola la vita pubblica, ma anche e nello stesso tempo alle persone che vivono e partecipano alla città.

come egli separa e oppone nella città la funzione tecnica e le altre due. Nell'opera di Platone, non si accorda mai una virtù positiva a quelli cui la funzione sociale è costituita dal lavoro. Si può dire che, per Platone, il lavoro resta estraneo ad ogni valore umano e che, sotto certi aspetti, gli appare addirittura come l'antitesi di quello che è essenziale nell'uomo. Questa maniera di delimitare e giudicare il tecnico nell'uomo è solidale, in Platone, di tutto un sistema, in cui il filosofico, il morale e il politico sono strettamente intrecciati; l'idea dell'arte umana è perfettamente sviluppata, e ben delimitato il posto del tecnico come funzione sociale; ma in un pensiero filosofico che traduce il rifiuto di certe trasformazioni sociali ed umane, l'arte si trova deprezzata rispetto alla natura, mentre gli aspetti psicologici della funzione tecnica sono disconosciuti o scartati.

Spesso s'è notato lo scarto, nell'antica Grecia, fra il livello tecnico e l'apprezzamento del lavoro: malgrado il posto già preso dalle tecniche nella vita degli uomini, e ad onta delle importanti trasformazioni mentali ch'esse paiono aver apportate, l'attività tecnica e il lavoro hanno solo molto difficilmente accesso al valore morale. Bisogna aggiungere ch'essi non sono neppure ancora individuati come funzione psicologica, non hanno quella forma densa di condotta umana organizzata che noi oggi vediamo in essi¹²⁵.

¹²⁵ Vernant, Jean-Pierre (1978), op. cit., pp. 280-284.

III.2 Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: *Epistémē* e *Téchnē*

Nella sua mitologia, Platone, raccontò come Dio avesse generato la molteplicità e la mutevolezza del mondo sensibile. Dapprima, creando il cosmo, vi aveva infuso l'Anima dell'universo, che aveva un'essenza intermedia fra l'Uno e il molteplice. Poi l'aveva divisa in due parti, ne aveva fatto due cerchi, e aveva impresso loro il movimento di rotazione. Il primo cerchio era il più perfetto, perché il suo moto era eternamente uguale. Il secondo, era più vicino alla molteplicità del mondo sensibile. Solo dopo questa creazione, Dio si era accinto a creare le anime degli umani, con gli stessi ingredienti dell'anima dell'universo: ma non erano "così puri come prima". Il cosmo di Platone era un cosmo gerarchico: i luoghi in cui erano collocate le stelle fisse, gli astri erranti e la Terra segnavano la progressiva distanza dal Creatore. Sul piano cosmologico, la svolta di Platone aprì un abisso fra la Terra e i Cieli. La Terra, sede dei moti per generazione, dove i viventi si moltiplicavano e si frantumavano, fu considerata più imperfetta e più lontana dal Creatore di quanto lo fossero i Cieli, sede di moti sempre identici a se stessi. L'ordine gerarchico dello spazio e dei moti venne considerato un'espressione dell'ordine del valore. I luoghi occupati dalla varie entità del cosmo furono considerati un riflesso dei luoghi da loro occupati nel piano divino. Sul piano cognitivo, l'universalità delle Idee orientò la nozione di oggettività. La conoscenza fu considerata indipendentemente dai modi del processo di apprendimento. Una volta acquisita la conoscenza, le singolarità e le contingenze individuali sarebbero diventate ininfluenti. Sul piano biologico, la varietà delle forme viventi apparve un riflesso della molteplicità delle Forme prestabilite dal piano divino. Ogni forma vivente trovava in questo piano la sua ragion d'essere necessaria. Non vi era spazio per la contingenza degli eventi, né per il cambiamento. L'invarianza diventò un valore privilegiato. La varietà apparve soltanto un segno di imperfezione nella manifestazione dell'Ordine nascosto¹²⁶.

Per Platone, ognuno ha una natura differente dall'altro, e dunque bisogna specializzarsi in lavori differenti: così gli uomini si "renderanno mutuamente partecipi delle cose alle quali avranno lavorato gli uni e gli altri"¹²⁷, e lo scopo dell'associazione politica sarà raggiunto. Anche Aristotele sviluppa con rigore questa tesi: l'unità dello stato implica una completa reciprocità fra eguali. Ed aggiunge: "come se i calzalai e i carpentieri si scambiassero i lavori e le stesse persone non fossero sempre calzalai e carpentieri"¹²⁸; ma quest'esempio non è scelto per altro che per far risaltare, con la sua assurdità, la differenza di piano, o meglio l'opposizione, fra il campo delle attività economiche e quello che costituisce propriamente la città. Né l'arte dei calzalai, né quella dei carpentieri possono istituire quei rapporti "reversibili" che caratterizzano il legame politico. Aristotele, avendo distinto nella *pólis* la parte deliberante e la parte guerriera, subito osserva che gli stessi cittadini passano alternativamente dall'una all'altra, allo stesso modo che alternativamente comandano ed obbediscono. Invece coltivatori ed artigiani debbono restar rinchiusi nei limiti della loro specialità sotto pena di trovarsi in contraddizione con quel tipo inferiore d'ordine al quale partecipano in virtù del loro mestiere. Questa prescrizione è una necessità iscritta nella natura dell'uomo, che fa tanto meglio una cosa in quanto fa solo quella¹²⁹.

¹²⁶ Bocchi, Gianluca; Ceruti, Mauro (2000), op. cit., pp. 88-89.

¹²⁷ *Repubblica*, 369 b.

¹²⁸ *Politica* II, 1261 a 35.

¹²⁹ "Ognuno di noi non è, per natura, del tutto simile ad ogni altro, ma al contrario questa natura lo distingue da ogni altro; all'esecuzione di compiti differenti convengono uomini differenti" (Platone, *Repubblica*, 370 bc); "La natura non procede meschinamente come i coltellinai di Delfi, i cui coltelli servono a parecchi usi, ma dà ad ogni essere un fine particolare; così ogni strumento è tanto più perfetto in quanto è destinato esclusivamente ad un solo impiego, e non a diversi" (Aristotele, *Politica*, 1252 b I-5).

Queste capacità tecniche, che la divisione dei compiti deve portare alla perfezione, si presentano come qualità naturali. Aristotele elabora la teoria di un'altra opposizione, altrettanto fondamentale e non meno "naturale": le occupazioni libere esigono prudenza e riflessione; i lavori servili, qualità passive d'obbedienza. Il differenziamento dei lavori non mette in gioco altri principi. Per Platone, il compito degli uomini di mestiere è, per ognuno, "quello al quale l'aveva predestinato la sua natura individuale".

Nell'età classica, la laicizzazione delle tecniche, è un fatto avvenuto. L'artigiano non mette più in gioco forze religiose, ma opera al livello della "natura", della *physis*. La sua *téchnē* si definisce, in opposizione al "caso", alla "fortuna", al "dono divino". La riuscita dell'uomo di mestiere poggia sull'efficacia di ricette positive; egli non deve il suo successo ad altro che a questo sapere pratico, acquisito col tirocinio, e che costituisce, per ogni attività specializzata, le regole del mestiere.

Mentre la *téchnē* s'è liberata dal magico e dal religioso, s'è contemporaneamente precisata l'idea della funzione degli artigiani nella città. A fianco degli agricoltori, dei guerrieri e dei magistrati civili e religiosi, l'artigiano forma una particolare categoria sociale, il cui posto e ruolo sono rigorosamente fissati. Estranea al campo della politica come a quello della religione, l'attività artigianale risponde ad un'esigenza puramente economica. L'artigiano è al servizio altrui. Lavorando per vendere il prodotto che ha fabbricato - in vista del denaro - si situa nello stato al livello della funzione economica dello scambio. L'avvento d'una concezione razionale della *téchnē*, la laicizzazione dei mestieri, la più rigorosa delimitazione della funzione artigianale paiono realizzare le condizioni per la formazione d'un vero pensiero tecnico. Si vede nel movimento dei sofisti il primo sforzo del pensiero tecnico per delinarsi ed affermarsi: dapprima con la redazione d'una serie di manuali che trattano di *téchnai* particolari, e poi con l'elaborazione d'una sorta di filosofia tecnica, d'una teoria generale della *téchnē* umana, del suo successo, della sua potenza. Nella maggior parte dei sofisti il sapere riveste la forma di ricette che possono essere codificate ed insegnate. Per loro il problema non concerne più i fini da riconoscere, i valori da definire, ma si pone in termini di puri mezzi. Così tutte le scienze, tutte le norme pratiche, la morale, la politica, la religione saranno considerate, in una prospettiva "strumentalistica", come tecniche d'azione al servizio degli individui o delle città¹³⁰.

Questa promozione dell'utile e dell'efficace che prendono, nella condotta umana, il posto degli antichi valori si produce in un'epoca ed in una società che restano ciononostante chiuse al progresso tecnico: l'individuazione del tecnico e la sua apparente esaltazione da parte dei sofisti vanno di pari passo con un vero e proprio bloccaggio del pensiero tecnico dei Greci¹³¹.

Se guardiamo dunque alla pratica dei mestieri, gli aspetti di ristagno si manifestano ancora di più. Si riconosce negli artigiani il tipo stesso dell'attività consuetudinaria. La *téchnē* artigianale non è un vero sapere¹³²: l'artigiano non ha nessuna intelligenza del suo metodo, non capisce quello che fa; si contenta d'applicare servilmente le ricette che gli sono state insegnate nel corso del suo tirocinio¹³³. La sua *téchnē* poggia sulla fedeltà ad una tradizione, che non è d'ordine scientifico, ma al di fuori della quale ogni innovazione lo metterebbe disarmato nelle mani del caso. L'esperienza non può insegnargli niente, perché, nella situazione in cui si trova - fra la conoscenza razionale da una parte e il caso

¹³⁰ Vernant, Jean-Pierre (1978), op. cit., pp. 317-319.

¹³¹ Schuhl, Pierre Maxime (1962), *Perché l'antichità classica non ha conosciuto il "macchinismo"?*, in De Homine, fasc. 2-3, Parigi, p. 127.

¹³² Al più una *doxa*. Essa non partecipa della conoscenza altrimenti che per il posto che lascia al calcolo, alla misura, al peso; il termine *téchnē* che, in origine, s'applica sia alla conoscenza scientifica che all'esperienza dell'artigiano, potrà, dopo Platone, opporsi alla vera scienza: *epistēmē*.

¹³³ Apprendistato meramente pratico di carattere ancora segreto, che l'artigiano trasmette a suo figlio, o al figlio d'un amico, e che è del tutto differente da un insegnamento teorico.

dall'altra - non ci sono, per lui, né teoria né fatti che possano verificare questa teoria: non c'è esperienza nel senso proprio. Per il fatto che la sua arte lo sottopone a regole severe, egli imita, da cieco, il rigore e la sicurezza del procedimento razionale; ma deve anche adattarsi, grazie ad una sorta di fiuto acquisito nella pratica stessa della professione, a quello che la materia, sulla quale agisce, comporta sempre, più o meno, d'imprevedibile e di casuale¹³⁴.

Dunque si arriva ad una constatazione che ha del paradossale: il blocco del pensiero tecnico dei Greci nel momento in cui, attraverso la riflessione dei sofisti sulla *téchnē*, esso sembrava prender forma, svincolarsi, affermarsi nei suoi lineamenti essenziali. Tuttavia, ai diversi livelli in cui lo si è colto, esso s'è rivelato molto differente dal pensiero tecnico d'oggi, altrimenti delineato ed orientato: non ha ancora i caratteri che definiscono, ai nostri occhi, l'intelligenza tecnica e che fondano il suo dinamismo. Non si articola, o si articola male, con la scienza. Ignora il pensiero sperimentale. Non avendo elaborato la nozione di legge naturale, di meccanismo fisico e di artificio tecnico, non è ancora espressione dell'*habitus* psichico che assicurerebbe il suo progresso¹³⁵.

Si possono trovare nel pensiero tecnico stesso, nella forma particolare ch'esso ha rivestito in Grecia, alcune ragioni interne della sua limitatezza. Non c'è un pensiero tecnico, immutabile che, non appena costituito, presenti i caratteri che gli riscontriamo noi oggi e che si orienti come il nostro, per un dinamismo spontaneo, verso il progresso. Ogni sistema tecnico ha il suo pensiero proprio. L'utilizzazione di un attrezzo, l'impiego di una tecnica sono dei fatti intellettuali solidali di un *habitus* psichico, allo stesso tempo che d'un contesto sociale; non solo dipendono dalla forma e dal livello generale delle conoscenze, ma implicano tutto un ordine di rappresentazioni: che cos'è l'attrezzo, qual è il suo modo d'azione e la natura di quest'azione, qual è il suo rapporto con l'oggetto prodotto e l'agente produttore, qual è il suo posto nel mondo naturale ed umano¹³⁶. Noi abbiamo la tendenza a proiettare sul pensiero tecnico del passato gli elementi che caratterizzano quello della nostra civiltà industriale contemporanea. Tendiamo a supporre che appena staccatosi dal magico e dal religioso, il pensiero tecnico debba necessariamente addossarsi alla scienza, diventare la sua applicazione. Se verte su delle realtà naturali, e non più soprannaturali, ha lo stesso oggetto della scienza. Nella misura in cui esso implica una conoscenza, si tratterà dunque d'un sapere di tipo scientifico. La conoscenza tecnica sarebbe così scienza applicata. Ugualmente ci sembra che, vicino al reale, alle prese con le cose e tutto teso verso l'efficacia, il pensiero tecnico debba aprirsi all'osservazione critica, alle prove e agli errori, alla previsione, alla verifica, alla rettifica. Sarebbe, di primo acchito, un pensiero sperimentale. Poiché opera su oggetti materiali, poiché agisce su e nello spazio, lo immaginiamo orientato di preferenza verso gli schemi meccanici, con quel senso dell'accordo delle parti nello spazio. Infine supponiamo che cerchi coscientemente di trasformare la natura, di sovrapporre un mondo umano d'artifici, suscettibili d'essere indefinitamente perfezionati. Effettivamente, un pensiero tecnico "artificialistico", meccanico, sperimentale e solidale della scienza sarebbe votato, per la sua logica interna, al rinnovamento e al progresso; ed il ristagno non potrebbe spiegarsi altrimenti che con l'azione di ostacoli esterni. Ma in realtà, nella pratica corrente dei mestieri, e anche al livello della sua espressione teorica e della sua riduzione a sistema razionale, il pensiero tecnico dell'antichità non si presenta sotto quest'aspetto.

¹³⁴ Il sofista, il cui insegnamento concerne la *prāxis*, la condotta generale della vita, non la *poiēsis*, la fabbricazione, potrà pretendere di conoscere l'occasione e d'insegnare l'arte della sua utilizzazione; egli si presenta come il padrone del *kairòs*; l'artigiano ne è lo schiavo.

¹³⁵ Koyrè, Alexandre (2000), op. cit., pp. 85-86.

¹³⁶ Vernant, Jean-Pierre (1978), op. cit., p. 324.

In un trattato come i *Mechanica* d'Aristotele, la prospettiva è unilaterale, di pura teoria; e questa teoria non è scienza applicata. Nell'opera d'Aristotele, le questioni meccaniche sono affrontate non tanto in se stesse e per se stesse, quanto in rapporto alle difficoltà d'ordine logico che esse sollevano. Aristotele s'interessa delle combinazioni meccaniche come di fenomeni "paradossali", di cui bisogna che il filosofo spieghi le cause. Il pensiero non è tecnico; se utilizza, in certe parti della dimostrazione, il ragionamento matematico e parte da constatazioni di fatto per porre certi problemi, resta tuttavia essenzialmente d'ispirazione logica e dialettica. Per la forma, il vocabolario e l'intelaiatura concettuale, la teoria nella quale esso s'esprime resta curiosamente vicina alla sofistica. La *mēchanē* vi è definita in un senso ancora molto vicino a quello d'astuzia, d'espedito, come l'ingegnosa invenzione che permette di trarsi d'impaccio in una situazione imbarazzante, in un'aporia, e di prendere il sopravvento su una forza della natura contraria e superiore. E questo combattimento della *téchnē* contro la *physis* ed i procedimenti che assicurano alla prima la vittoria sulla seconda sono concepiti a somiglianza della giostra oratoria, in cui il sofista si sforza di far trionfare contro l'avversario una causa difficile. La sofistica aveva elaborato una dinamica logica; con la pratica dei "discorsi antitetici", aveva abituato le menti a considerare che, su ogni questione dibattuta, si possono disporre in due colonne gli argomenti in favore e gli argomenti contrari, se ne può stabilire la differenza numerica, lì si può contrapporre, se ne può misurare la forza relativa ed il peso. L'evoluzione della *dimostrazione* dalla generica argomentazione a quella che possiamo chiamare "dimostrazione sillogistica" di Aristotele dovette infatti molto allo sviluppo della retorica deliberativa e giudiziaria, ossia dell'arte di argomentare in modo convincente nelle assemblee e nei tribunali, sviluppatasi in particolare nelle democrazie greche del V secolo. Vi è un importante legame tra l'esistenza di qualche forma di democrazia e lo sviluppo delle capacità argomentative che ha portato al metodo dimostrativo. Il rapporto tra retorica e dimostrazione è particolarmente chiaro nella *Retorica* di Aristotele, in cui si sottolinea che quelli che i retori chiamano *entimemi* non sono altro che sillogismi e si identificano ventotto diversi tipi di argomentazione retorica. Aristotele presenta la retorica, in larga misura, come un'applicazione degli strumenti da lui elaborati nelle opere di logica, ma l'ordine storico era stato evidentemente l'inverso. Poiché i trattati (perduti) di arte retorica avevano preceduto di circa un secolo le opere di logica, possiamo pensare che la teoria del sillogismo fosse nata, almeno in qualche misura, dalla riflessione sull'entimema dei retori¹³⁷. Di alcuni schemi deduttivi è riconoscibile l'origine nella retorica e nella sofistica del V secolo: lo schema detto in epoca medievale *consequentia mirabilis* (una variante della dimostrazione per assurdo) era stato usato da Protagora e da Gorgia. Il nesso tra dimostrazione e retorica è ancora riconoscibile in epoca imperiale, quando la retorica era ormai usata solo a scopo giudiziario. Illustrando l'utilità dello studio della geometria per la preparazione dei futuri oratori, Quintiliano scrive: "La geometria dimostra conseguenze da premesse e cose non evidenti da affermazioni certe: non facciamo lo stesso (noi retori) quando pronunciamo un'orazione? La soluzione dei problemi proposti non è ottenuta quasi interamente con sillogismi? [...] Anche l'oratore [...] userà, se necessario, i sillogismi e certamente l'entimema, che è il sillogismo della retorica. Infine tra i metodi di prova i più potenti sono quelli detti dimostrazioni lineari e cosa vuole ottenere un'orazione se non una dimostrazione inconfutabile? [...] Non può esservi oratore che non conosca la geometria". La dimostrazione sillogistica fu un elemento importante del metodo

¹³⁷ Sembra che il titolo *Arte retorica* sia stato usato per la prima volta da Aristotele. Le opere precedenti sullo stesso argomento erano probabilmente intitolate *Arte del discorso* preannunciando anche termino logicamente le successive opere di "logica". Certamente anche la matematica era stata oggetto di riflessione da parte dei fondatori della logica. Va però sottolineato che Egizi e Babilonesi, che per millenni avevano sviluppato la matematica, ma non la democrazia, né la retorica, non arrivarono mai al metodo dimostrativo.

scientifico, al quale tuttavia potè dar vita solo combinandosi con altri elementi, che, generando le teorie scientifiche, alterarono profondamente anche lo stesso metodo dimostrativo¹³⁸.

La *téchnē* del sofista consiste nella padronanza dei procedimenti grazie ai quali gli argomenti più deboli possono in questa lotta equilibrare i più forti, prevalere su di essi, “dominarli”. Aristotele la definisce come l’arte di rendere più forte il più debole dei due argomenti. In modo analogo, delimita il campo della meccanica come quello in cui, per riprendere la sua stessa espressione, “il più piccolo domina il più grande”, come l’insieme dei procedimenti che permettono di equilibrare e di muovere con una piccola forza i pesi più grandi. Il fatto che, mediante l’uso di una leva, la debole forza d’un uomo possa prevalere su quella, molto più grande, d’una massa pesante, è, dal punto di vista logico, un fenomeno “strano”; e gli strumenti che comportano questo vero rovesciamento di potenza, comportano qualcosa di “straordinario”. La teoria si propone d’elucidarne il mistero: mostra che tutti i procedimenti meccanici si riconducono al funzionamento di cinque strumenti semplici, le cui proprietà derivano dalla natura del cerchio, ed alla loro combinazione. Questa dimostrazione, mentre fonda un sistema di meccanica razionale, ne circoscrive definitivamente il campo e fissa anticipatamente i limiti oltre i quali questa *téchnē* non deve avventurarsi. Allo stesso modo che, in geometria, ogni figura deve poter essere costruita con la riga ed il compasso, in meccanica ogni macchina, per poter funzionare, dovrà poggiare sulla combinazione degli strumenti semplici. Per Aristotele il procedimento decisivo dell’arte sofistica è la ritorzione contro l’avversario del suo stesso argomento; più la forza dell’argomento era grande, più esso gli diventa sfavorevole, utilizzato contro di lui. Queste analogie fra i due campi dell’argomentazione dialettica e dell’azione sulla natura, per noi così estranei l’uno all’altro, non traducono solo un semplice paragone, una parentela nel vocabolario, ma segnano il ricorso, in entrambi i casi, alle stesse categorie mentali, l’utilizzazione di uno stesso sistema di concetti. Se ne vedrà ad esempio la prova nel carattere propriamente logico e dialettico dell’argomento di cui si serve Aristotele per dimostrare che il cerchio costituisce davvero il principio grazie al quale, nelle macchine, il piccolo ed il debole possono dominare il grande e il forte. Queste argomentazioni a noi appaiono strane, ma queste stranezze le rendono ancora più significative. Queste mostrano come, per mancanza d’una fisica sperimentale, la riflessione tecnica si trovasse nell’impossibilità di costituire il proprio apparato concettuale. Quando ha voluto formulare i suoi problemi, ha dovuto ricorrere, oltre che alla matematica, alle intelaiature già elaborate, nella dinamica logica, dalla teoria del ragionamento, della discussione, della dimostrazione. Ha concepito l’azione sulla natura nelle forme e secondo il modello dell’azione sugli uomini. Ha visto negli strumenti tecnici i mezzi d’un dominio sulle cose analogo a quello che esercita il retore sull’assemblea, grazie alla padronanza che ha del linguaggio: come il retore ritorce o decuplica coi suoi procedimenti di dimostrazione la *dynamis* della parola, la forza degli argomenti, e la fa trionfare nell’*agōn* giudiziario, così il meccanico moltiplica una *dynamis* coll’artificio dei suoi congegni per dominare una forza più potente. Nella meccanica non tutto è riducibile alla matematica; il dinamismo delle forze naturali, che non si può ancora calcolare sotto forma di leggi al livello d’una scienza fisica, è reso più intellegibile con questa trasposizione sul piano di una dialettica esperta nel pesare la potenza logica degli argomenti¹³⁹.

Per quanto riguarda il rapporto tra la lingua e la formazione dei concetti scientifici può essere studiato propriamente parlando, soltanto nella lingua greca, la sola in cui i concetti si sono sviluppati dalla lingua in modo organico: soltanto in Grecia troviamo un concetto

¹³⁸ Russo, Lucio (2008), op. cit., pp. 202-204.

¹³⁹ Vernant, Jean-Pierre (1978), op. cit., pp. 327-330.

scientifico che si sviluppa in forma autoctona. Tutte le altre lingue si nutrono, prendono a prestito, traducono o dipendono in qualche modo dal greco.

Con Solone¹⁴⁰ - incomincia a emergere la conoscenza della regolarità di ciò che avviene nella natura, e ci avviamo così verso la filosofia. Solone non determina ancora con parole la relazione di causa ed effetto della natura e del destino umano; la legge di causalità non viene ancora espressa in forma esplicita, ma si rivela quasi da sé, nel susseguirsi delle immagini naturali che illustrano il susseguirsi delle vicende della vita umana e dello Stato. L'intuitivo *post hoc* è concepito nella sua relazione astratta come *propter hoc*¹⁴¹. Ciò che vale a proposito della scoperta della legge di causalità nella natura e nella vita dell'uomo, vale anche rispetto alla facoltà che ha l'uomo di collegare i propri pensieri. Anche qui l'elemento astrattamente logico viene scoperto a poco a poco, anche qui la connessione causale viene un po' alla volta a sostituire l'ordine intuitivo. I paragoni hanno contribuito, in questo senso, a preparare la via al pensiero.

Un periodo, una proposizione, una frase, può presentare una relazione logica, anche senza ch'essa venga espressa e senza che colui che parla l'abbia chiaramente afferrata: ci può essere una logica nel discorso, senza una forma particolare che l'esprima. Poiché i mezzi che la lingua offre al pensiero logico, si sono sviluppati relativamente tardi, c'è uno stato primitivo in cui la logica appare soltanto in forma "implicita". La capacità di parlare con senso e coerenza non è nata soltanto col cosiddetto "pensiero logico", come non soltanto col pensiero razionale è nato il bisogno di ricercare la causa dei fatti e di concepire il susseguirsi di due avvenimenti come necessaria relazione di causa ed effetto. Anche il pensiero "mitico" si è preoccupato della relazione eziologica; la ricerca dell'origine delle cose è infatti al centro del mito: la ricerca dell'origine del mondo, per esempio, dei fenomeni della natura, degli uomini, delle loro istituzioni, usi strumenti e così via. Come per il concetto di "anima", che in un certo senso esisteva nell'uomo anche al tempo di Omero, ma non ancora in forma consapevole, e quindi in realtà "non" esisteva ancora. Anche la logica "esiste", in un certo senso, da quando l'uomo pensa e parla, e se da principio non ha una sua propria forma d'espressione, ciò non vuol dire che non esista, ma piuttosto che appare una cosa evidente di per sé. Ma la sua scoperta, il suo ingresso nella coscienza, determina un mutamento radicale nel pensiero umano, e questa trasformazione si fa particolarmente sentire nei paragoni e nelle immagini di cui ci serviamo per parlare¹⁴².

Dato che Platone è il primo a costruire un sistema complesso di filosofia che tende a collegare i diversi spunti dei filosofi precedenti, i problemi connessi a questo tentativo si presentano, nella sua filosofia, con maggior chiarezza che nei filosofi più tardi e, da essa, meglio che da qualsiasi altra, comprendiamo come ciò che nella lingua primitiva si compone naturalmente nell'immagine e nella similitudine, nella metafora e nelle circonlocuzioni grammaticali, si scompone davanti alla coscienza riflettente, che comincia faticosamente a separare i diversi fenomeni che sono alla base di un linguaggio ed un pensiero ancora vaghi e indistinti, per quindi ricomporli in un chiaro insieme.

Il contrasto tra un'immagine mitica e pensiero logico si delinea chiaro e preciso nell'interpretazione causale della natura. In questo campo anche il passaggio dal pensiero mitico a quello logico acquista un'evidenza immediata: ciò che nei primi tempi si interpretava come opera di dèi, di demoni e di eroi, s'interpreterà più tardi in senso razionale. La causalità mitica non si limita però ai fatti naturali, che si possono spiegare con la legge di causalità scientifica: essa riguarda soprattutto l'origine delle cose e della

¹⁴⁰ (Atene, 638 a.C. - 558 a.C.) è stato un legislatore, giurista e poeta.

¹⁴¹ Vale a dire: si comincia ad integrare, a livello cognitivo, una concezione esclusivamente temporale con una basata su una logica causale.

¹⁴² **Snell, Bruno** (1993), *La cultura greca e le origini del pensiero europeo*, Einaudi, Torino, pp. 296-297.

vita, dunque fenomeni le cui cause non si possono determinare esattamente. Essa si estende oltre l'ambito della natura, poiché anche il sorgere dei pensieri, dei sentimenti, dei desideri e delle decisioni e così via, viene attribuito ad un intervento degli dèi e quindi la causalità mitica domina anche in quel campo nel quale, dopo la scoperta dell'anima, si accoglieranno i motivi psichici. Ma, poiché il pensiero mitico non si limita a spiegare le cause, ma serve ad esempio anche all'intendimento dell'essere umano, è evidente che il pensiero mitico e il pensiero logico non coprono un solo e medesimo campo. Come molte cose del mondo mitico rimangono inaccessibili al pensiero logico, così molte cose nuove vengono scoperte nel campo della logica che non possono essere sostituite da nessun elemento mitico. Impropiamente si parla di un contrasto fra mito e *logos* fuori dell'ambito dell'interpretazione causale della natura, in quanto il mito riguarda il contenuto del pensiero, e la logica la forma. Ci varremo tuttavia di questi concetti in quanto essi rappresentano con evidenza due gradini storici del pensiero umano, tenendo però presente che l'uno non esclude rigorosamente l'altro; anzi nel pensiero espresso in forma mitica possono venir accolti elementi logici e viceversa, e il passaggio dall'uno all'altro si compie lentamente e gradatamente; si può anzi dire che questo processo non raggiunge mai una fine. Il pensiero mitico ha stretta attinenza col pensiero che si esprime in immagini e in similitudini. Tutti e due si distinguono psicologicamente dal pensiero logico per il fatto che questo si affatica nell'indagine, mentre le immagini del mito e delle similitudini s'impongono all'immaginazione. Ciò porta a una differenza di fatto: per il pensiero logico la verità è qualcosa che deve venir ricercata, indagata e sondata, essa è l'incognita di un problema di cui si cerca la soluzione con metodo e precisione, con rigoroso riguardo al principio di contraddizione, e il cui risultato presenta un carattere di obbligatorietà universale. Le figure mitiche, al contrario, si presentano senz'altro dotate di senso e di valore, e così le immagini delle similitudini, che parlano una lingua viva immediatamente comprensibile: per l'ascoltatore esse hanno quella stessa evidenza immediata che per il poeta, il quale le riceve come un dono della Musa, cioè per intuizione, o come altrimenti dir si voglia. Il pensiero mitico esige ricettività, il pensiero logico attività; esso si sviluppa infatti dopo che l'uomo è giunto alla consapevolezza di sé come essere attivo e come spirito individuale. Il pensiero logico esige la presenza vigile dello spirito, mentre il pensiero mitico confina con lo stato di sogno, in cui le immagini e i pensieri vanno errando senza controllo da parte della volontà. Alla mente razionale il mito appare "innaturale", e ciò vuol dire in primo luogo che esso non è esente da contraddizioni. La dissoluzione del mito comincia col ripudio esplicito di dubbie analogie. Non si accettano analogie che nel quadro dell'esperienza naturale, e niente deve contraddirla. L'era arcaica ha una straordinaria sete d'esperienze. Con "instancabili occhi", come dice una volta Empedocle, si guardano i Greci intorno in questo tempo. In molteplici guise s'intrecciano ancora le nuove scoperte ai miti che rigogliosamente fioriscono, finché viene a stabilirsi quella distinzione per la quale i miti offrono materia alla poesia e l'esperienza alla scienza nascente¹⁴³.

Per i filosofi dell'epoca classica acquista sempre maggior importanza quel settore dell'esperienza che si può dominare col pensiero, che soddisfa alle severe esigenze della ripetibilità, dell'identità e della non contraddizione. Ma così vengono trascurate molte cose, cioè proprio il fattore vitale; e il significato e il valore di ogni accadimento si sottrae alla presa del pensiero, come appare già dal fatto che un confronto severo è possibile soltanto in limitate categorie della lingua. In questo campo limitato i Greci hanno elaborato un severo metodo di pensiero; qui le forme iniziali della lingua sono state coerentemente sviluppate in relazione ad un determinato fine. Essi hanno così costruito la

¹⁴³ Ivi, pp. 309-311.

solida base, non solo della scienza naturale del loro tempo, ma anche di quella dei tempi moderni. Poiché qui si rivelava possibile un uso quanto mai sicuro della conclusione analogica, e un progresso scientifico conseguente, questa forma di pensiero fu presa a modello nel tentativo di raggiungere una precisione simile anche in altri campi¹⁴⁴.

È davvero degna di interesse la questione della schiacciante importanza riservata alla conoscenza pura (*epistémē*) a dispetto di quella di tipo pratico (*téchnē*). Nell'*Etica Nicomachea*, Aristotele, compie un'esaltazione della vita teoretica; per lui, infatti, il carattere divino dell'essere umano, risiede nell'intelletto. Se questa parte è ciò che l'uomo ha in comune con Dio e se si riconosce che l'attività migliore è quella contemplativa, è evidente che egli possa restare autonomo solo rinunciando alla sua vera natura, che si scopre innalzando lo sguardo oltre se stesso; per realizzarsi egli deve essere divino in qualche modo, ovvero praticare per quanto gli è possibile l'attività contemplativa. Va da sé che quindi è l'*epistémē* l'attività etica per eccellenza che ci avvicina al mondo divino; di contro, e logicamente, non esiste *téchnē* etica.

A parte l'attività contemplativa, dunque, nel mondo greco, solo l'arte della politica assume importanza, ma come afferma lo stesso Aristotele "le cose belle e giuste intorno a cui la politica riflette, presentano molte differenze e irregolarità" e invece solo la scienza può render conto della verità in modo rigoroso. Le istituzioni e le incarnazioni delle leggi nel diritto, devono conservare un'identità imm modificabile; il flusso temporale è percepito come qualcosa che sfugge al controllo degli uomini. Si tende a consolidare la legge divina, a ripeterla: l'innovazione è vista come innaturale. Questa eternità infinita e assoluta e dunque quest'immutabilità dell'Essere che vede nel diritto una sua precisa espressione, si manifesta, come sto cercando di dimostrare, forse ancor più decisamente nel concetto di *epistémē*. L'uomo attraverso l'intelletto può spingersi a conoscere la natura a livello teoretico, ma, assolutamente, non deve modificarla.

Per l'uomo greco dell'età classica c'è un mondo superiore, immutabile ed incorruttibile di cui il mondo terrestre è solo un tentativo fallace d'emulazione. Ed è per questo motivo che egli si dedica all'accrescere dell'*epistémē* nell'intenzione di conoscere e descrivere questo superiore mondo perfetto; e al contrario la *téchnē* si attesta come sapere di tipo abitudinario, che ricalca la tradizione: "la *téchnē* è abitudinaria quasi per essenza, perché essa opera conformemente alle regole che non comprende, e che di conseguenza, non è capace di criticare ed ancor meno di cambiare, se non per inavvertenza o dimenticanza"¹⁴⁵; dedicarsi ad attività di tipo materiale diviene cosa spregevole e a tratti innaturale. Plotino scriverà che la contemplazione è il fine supremo dell'azione; l'attività non è che l'ombra, l'indebolimento, l'accompagnamento. Così al progresso tecnico il filosofo oppone il ritorno alla natura.

¹⁴⁴ Ivi, p. 312.

¹⁴⁵ Koyrè, Alexandre (2000), op. cit., p. 84.

III.3 Configurazioni narrative: il Filosofo greco

La concezione del cosmo elaborata dalla filosofia greca, in particolare da Aristotele, e storicamente collegata al geocentrismo di Tolomeo, viene definita come un mondo concepito come un tutto finito e ben ordinato, nel quale la struttura spaziale incarna una gerarchia di valore e perfezione, mondo nel quale “al di sopra” della terra pesante ed opaca, centro della ragione sublunare del cambiamento e della corruzione, si “elevavano” le sfere celesti degli astri imponderabili, incorruttibili e luminosi¹⁴⁶. Nella versione di Aristotele¹⁴⁷ il minuscolo cuore centrale dell’universo costituisce il nucleo per cui tutto il resto è stato fatto. È la dimora dell’uomo e le sue caratteristiche sono molto diverse da quelle delle regioni celesti al di sopra di esso¹⁴⁸.

Il pensiero greco, non ha mai voluto ammettere che l’esattezza possa essere di questo mondo: nel mondo sublunare - quello appunto, abitato dal Filosofo greco, - la natura non era matematizzabile.

Per Aristotele, le matematiche erano una scienza astratta e secondaria, erano esclusivamente oggetti del pensiero, per l’appunto astratti: applicarle allo studio della natura, corrispondeva a commettere un errore, se non, addirittura, a rappresentare un controsenso. In questa realtà domina quindi l’imprecisione, l’ “essere” matematico non s’incarna nel nostro mondo, a meno che non vi sia forzato con l’arte. In questo caso - basti pensare alla perfezione di alcune opere greche - è però l’arte che s’impone sulla natura e non viceversa. Questa dualità oppositiva di due mondi - quello sublunare da un lato e quello celeste dall’altro - fa sì che, su quest’ultimo, visto come un mondo divino, vigano leggi differenti.

L’antica tradizione astronomica deve infatti in parte la sua esistenza ad una diffusa percezione primordiale del contrasto fra la potenza e stabilità dei cieli e l’insicurezza impotente della vita terrestre. Questa stessa percezione, nella cosmologia aristotelica, è espressa dalla netta distinzione fra le regioni superlunare e sublunare. Tuttavia nella versione molto particolareggiata di Aristotele, la distinzione viene fatta espressamente dipendere sia dalla posizione centrale della Terra sia dalla perfetta simmetria delle sfere che generano i moti stellari e quelli planetari. Secondo Aristotele, la superficie interna della sfera della Luna divide l’universo in due regioni del tutto differenti, piene di tipi diversi di materia e sottoposte a leggi diverse. La regione terrestre in cui vive l’uomo è la regione della varietà e del mutamento, della nascita e della morte, della generazione e della corruzione. La regione celeste è invece eterna ed immutabile. Soltanto l’etere, fra tutti gli elementi, è puro ed incorruttibile. Solo le sfere celesti interdipendenti si muovono in circolo naturalmente ed eternamente, senza mai variare la loro velocità, occupando sempre esattamente la stessa regione di spazio e tornando sempre su se stesse. La sostanza e il moto delle sfere celesti sono le sole cose compatibili con l’immutabilità e la maestà dei cieli, e sono i cieli che generano e controllano tutta la varietà e il mutamento che si verificano sulla Terra. Nella descrizione fisica che Aristotele fa dell’universo, come in ogni religione primitiva, la fascia dei cieli è la sede della perfezione e della potenza da cui dipende la vita terrestre. Distanza ed immobilità fanno dei cieli una sede accettabile per gli dei che possono intervenire a piacere nelle vicende umane¹⁴⁹.

S’ammetteva perciò che nei cieli, i movimenti assolutamente e perfettamente regolari delle sfere e degli astri, fossero conformi alle leggi della geometria più rigorosa e rigida,

¹⁴⁶ Ivi, p. 35.

¹⁴⁷ E in misura assai maggiore nella revisione medievale cristiana della cosmologia aristotelica.

¹⁴⁸ Kuhn, Thomas S. (2000), op. cit., p. 105.

¹⁴⁹ Ivi, pp. 118-119.

proprio in virtù del fatto che, i cieli, sono altra cosa dalla terra. Questo fa sì che in Grecia si sviluppi un'astronomia matematica e non una fisica matematica. E, in effetti, la scienza greca, non solo ha costituito una cinematica celeste, ma ha anche osservato e misurato il cielo con un'esattezza sorprendente, servendosi di calcoli e strumenti di misura che ha ereditato o inventato. Ma, al contrario, non ha mai tentato di matematizzare il movimento terrestre né - con un'unica eccezione - di impiegare sulla terra uno strumento di misura, ed anche misurare precisamente una cosa qualunque al di fuori delle distanze. Questo punto, diviene per la mia analisi, di fondamentale importanza. Sarà infatti, proprio attraverso questi strumenti di misurazione, - strumenti che mancano alla cultura greca - che si affermerà un'idea di esattezza nel mondo che sostituirà, secoli dopo, questo dominio del "più o meno". Va da sé che non possedere uno strumento che possa misurare esattamente il tempo, rende impossibile anche una precisa misurazione del movimento, fattore questo, che risulterà determinante nella rivoluzione intellettuale che darà il via alla scienza moderna: qui la precisione del cielo greca scenderà in terra. Ora si può capire meglio come anche la scienza di Archimede, senza la possibilità di un'esatta misurazione del movimento, non abbia potuto fondare una dinamica e come mai la tecnica greca non abbia potuto superare il livello della *téchnē*¹⁵⁰.

Il ristagno tecnico presso i Greci va di pari passo con l'assenza d'un vero pensiero tecnico. L'avvio del pensiero tecnico presuppone, parallelamente alle trasformazioni nell'ordine politico, sociale ed economico, l'elaborazione di un nuovo *habitus* psichico. Quand'esso parrà sbloccarsi, il pensiero tecnico, in realtà, si costituirà. Costruendo delle macchine, formerà il proprio *habitus* psichico.

In realtà il Filosofo greco, che ha inventato la filosofia, la scienza, la morale, la politica e certe forme d'arte, sul piano della tecnica non è stato un innovatore. La sua attrezzatura e le sue conoscenze tecniche, prese dall'Oriente in antica data, non sono state profondamente modificate da nuove scoperte; le innovazioni o i perfezionamenti, che ha introdotto in certi campi, non hanno sorpassato i limiti del sistema tecnologico che appare già fissato nell'epoca classica o che consiste nell'applicazione della forza umana o animale attraverso vari strumenti, e non nell'utilizzazione delle forze della natura mediante macchine motrici. In modo generale la cultura materiale dei Greci non ha superato lo stadio definito, a seconda degli autori, come tecnica dell'*òrganon*, eotecnica, tecnica di semplice adattamento alle cose. L'attrezzo, mosso direttamente dall'uomo, appare ancora come un prolungamento dei suoi organi. L'*òrganon*, invece d'agire per virtù della sua struttura interna, di produrre un effetto il cui meccanismo non sia dello stesso tipo dello sforzo dell'uomo, trasmette ed amplifica la forza umana. Questo ristagno tecnico e questa persistenza d'una mentalità premeccanica nel momento stesso in cui il pensiero tecnico pare prender forma costituiscono dei fenomeni tanto più sorprendenti in quanto sembra a prima vista che il Filosofo greco disponesse dell'*habitus* psichico che avrebbe dovuto permettergli di fare decisivi progressi su questo terreno come in altri. La stagnazione tecnica del mondo antico potrebbe essere determinata dalla struttura stessa della società e dell'economia antica: una società aristocratica ed un'economia fondata sulla schiavitù¹⁵¹.

Un passo di Schuhl sull'immobilità tecnologica nel mondo greco può essere illuminante: "Se non si fece ricorso alle macchine [...] fu perché non c'era bisogno di economizzare la manodopera, quando si avevano a disposizione, abbondanti e poco costose, macchine viventi, a metà fra l'uomo libero e la bestia: gli schiavi". E poi: "l'abbondanza della manodopera servile rende la macchina antieconomica: l'argomento d'altronde si capovolge e forma un circolo vizioso dal qual l'antichità non seppe uscire: poiché, a sua

¹⁵⁰ Koyrè, Alexandre (2000), op. cit., pp. 101-102

¹⁵¹ Vernant, Jean-Pierre (1978), op. cit., pp. 319-320.

volta, l'assenza di macchine faceva sì che non si potesse fare a meno di schiavi. Inoltre l'esistenza della schiavitù non creava soltanto condizioni tali per cui la costruzione di macchine che risparmiassero la manodopera appariva poco desiderabile dal punto di vista puramente economico; essa comportava una particolare gerarchia dei valori che portava al disprezzo del lavoro manuale¹⁵². Questo disprezzo, tratto comune della civiltà aristocratiche (ed anche di altre), era talmente diffuso presso i Greci che il significato stesso di artigiano diviene spregevole e si applica a tutte le tecniche: tutto ciò che è proprio dell'artigiano o del manovale, porta vergogna e deforma l'anima oltre il corpo.

Così l'opposizione di ciò che è servile e di ciò che è liberale si prolunga con quella della tecnica e della scienza: e l'esistenza stessa della schiavitù, per un curioso contraccolpo, distoglie il Filosofo greco da tutte le ricerche che avrebbero potuto avere l'effetto di abolirla: fare ricerche sulle applicazioni pratiche vuol dire derogare, decadere; inoltre questa convinzione della preminenza della teoria sulla pratica, in cui tutti concordano nel vedere il carattere peculiare dell'*habitus* psichico greco, viene ad essere rafforzata e sostenuta da quella della superiorità della natura sull'arte, la quale non può che imitarla, senza mai attingere la sua perfezione e non può dunque produrre che copie. Qualsiasi mestiere manuale ostacola ed impedisce lo sviluppo armonioso del corpo; in più l'anima finirebbe col corrompersi perché il lavoro ha per fine di "soddisfare ciò che c'è di più inferiore nell'uomo, il desiderio della ricchezza"¹⁵³. Così il disprezzo che si ha per l'artigiano si estende al commerciante: in rapporto alla vita liberale occupata da "ozi studiosi" il negozio, gli affari non hanno spesso che un valore negativo; la vita contemplativa, dice Aristotele, è superiore alle forme più alte dell'attività pratica. Anche l'ingegnere e lo stesso sperimentatore non sono più considerati dell'artigiano; la teoria si oppone alla pratica. Vitruvio, grande architetto dell'epoca, tenta di proclamare l'intenzione di unirle nel suo trattato, ma invano. Per molti studiosi dell'epoca, uno dei grandi meriti di Pitagora, era di aver fatto delle matematiche una disciplina liberale studiandole dal punto di vista immateriale e razionale. Plutarco ci racconta come Platone si adirò contro Archita ed Eudosso che avevano intrapreso la soluzione di certi problemi geometrici, come quello della duplicazione del cubo, con l'aiuto di apparecchi meccanici: "Poiché Platone si era corrucciato con loro dichiarando che essi corrompevano e guastavano la dignità e ciò che v'era d'eccellente nella geometria, col farla discendere dalle cose intellettive e incorporee alle cose sensibili e materiali, e col farle usare materia in cui bisogna impiegare troppo vilmente e troppo bassamente l'opera della mano: da quel tempo, io dico, la meccanica o l'arte degli ingegneri venne ad essere separata dalla geometria ed essendo lungamente tenuta in disprezzo dai filosofi, divenne una delle arti militari"¹⁵⁴.

Varie testimonianze mostrano che, utilizzando le conoscenze scientifiche dell'epoca, il Filosofo greco ha potuto abbastanza presto affrontare alcuni problemi tecnici al livello della teoria. In Platone ed in Aristotele, il termine *architéktōn* designa, in opposizione al manovale o all'artigiano che lavora con le sue mani, il professionista che dirige dall'alto i lavori: la sua attività è d'ordine intellettuale, matematico essenzialmente. Possedendo gli elementi d'un sapere teorico, egli può trasmetterlo in un insegnamento di carattere razionale, molto differente dal tirocinio pratico. I *Mechanica* attribuiti ad Aristotele, vogliono dare la spiegazione razionale degli effetti prodotti dalle "macchine semplici", che formano la base di tutte le combinazioni meccaniche e le cui proprietà derivano, secondo l'autore, dal cerchio come loro principio comune. Questo sforzo di delucidazione teorica dei problemi che si pongono in certi campi dell'attività tecnica verrà approfondita

¹⁵² Schuhl, Pierre Maxime (1962), op. cit., p. 120.

¹⁵³ Koyrè, Alexandre (2000), op. cit., p. 59.

¹⁵⁴ Ivi, p. 65.

in seguito dalla scuola alessandrina¹⁵⁵. Uomini come Ctesibio e Filone e, più tardi, Erone vengono chiamati “costruttori di macchine”. Sono ingegneri, inventori. Costruiscono la teoria dei diversi tipi di macchine: della loro fabbricazione, del loro funzionamento, delle loro regole d’uso. Essi hanno una duplice preoccupazione: sistemazione razionale, di forma dimostrativa, che si appoggi sui principi¹⁵⁶, e chiarezza e precisione, nei dettagli di costruzione, tali da poter servire alla pratica dei mestieri interessati. Quest’ingegnosità tecnica, unita ad una ricerca dei principi generali e delle regole matematiche che permettono - quand’è possibile - di calcolare la costruzione e l’impiego dei congegni, ha prodotto una serie di notevoli invenzioni. Tuttavia non ha agito sul sistema tecnologico dell’antichità per trasformarlo, non ha infranto l’intelaiatura dell’habitus psichico premeccanico. Ed infatti una doppia constatazione s’impone: laddove le macchine descritte dagli ingegneri hanno effettivamente una destinazione utilitaria, esse sono impiegate e concepite sotto forma di strumenti che moltiplicano la forza umana, alla quale, malgrado la loro complessità, ricorrono come al solo principio motore. Quando esse fanno appello ad altre forme d’energia e, invece d’amplificare una forma data in partenza, funzionano da automa che sviluppa il suo movimento proprio, si tratta d’opere che si situano, conformemente a tutta una tradizione d’oggetti meravigliosi, in margine al campo propriamente tecnico: sono dei *thaùmata*, costruiti per provocare lo stupore. La bizzarria stessa dei loro effetti, prodotti da un dispositivo nascosto, ne limita strettamente la portata; il loro valore e il loro interesse provengono non tanto dai servizi che possono rendere, quanto dall’ammirazione e dal piacere che suscitano nello spettatore. In nessun momento compare l’idea che, mediante questa specie di macchine, l’uomo possa comandare alle forze della natura, trasformarla, rendersene signore e padrone. Per spiegare i limiti entro i quali, malgrado la sua ricchezza inventiva, questo pensiero tecnico è rimasto rinchiuso, s’è giustamente insistito sugli intralci che mettevano al suo sviluppo le strutture economico-sociali della Grecia, ed in particolare l’esistenza d’una abbondante mano d’opera servile e l’assenza di sbocco interno per la produzione mercantile¹⁵⁷.

Dunque, una possibile spiegazione dello stato e della stagnazione della tecnica antica, si fonda interamente sulla premessa implicita della dipendenza della tecnica riguardo alla scienza. Poiché solo in quest’ipotesi, l’habitus psichico del Filosofo greco dell’antichità diviene qualcosa d’importante. Insomma la spiegazione sociogenetica affermerebbe che poiché il Filosofo greco, per ragioni storiche, sociali, cosmologiche determinate, ha disprezzato il lavoro e le questioni meccaniche, e, in altri termini, perché la scienza non ha costituito nessuna tecnologia, la tecnica antica non ha superato un certo livello, relativamente primitivo, e si è sviluppata così poco nel corso dei secoli. A tal proposito bisogna tener conto, come s’è già notato, che nella concezione aristotelica (ed anche in quella platonica) esiste un’opposizione radicale tra *epistémē* e *téchnē*.

Nella storia umana la tecnica precede la scienza, e non viceversa. Dobbiamo dunque osservare che esiste un’origine indipendente della tecnica, e dunque l’esistenza di un pensiero tecnico, di un pensiero pratico essenzialmente differente dal pensiero teorico della scienza. Questo non esclude che la scienza non possa volgersi verso la tecnica e fare teoria della pratica; allora appunto, appare la tecnologia, scienza tecnica e tecnica scientifica; ma questo, nel mondo greco non avvenne, e probabilmente per le questioni che finora illustrate. Si potrebbe dire che la scienza greca ha certamente posto le basi della

¹⁵⁵ A questa importante scuola di pensiero, dedicherò una parte consistente del prossimo capitolo.

¹⁵⁶ Erone ricorda un certo numero di regole di metodo: una proposizione non può contraddirne un’altra, di cui s’è data precedentemente la dimostrazione; la ricerca deve partire da quel che è evidente, e di cui la causa è evidente; chi vuole avanzare nella scoperta delle cause deve partire da uno o più principi fisici e riportare ad essi tutte le questioni che si presentano.

¹⁵⁷ Vernant, Jean-Pierre (1978), op. cit., pp. 321-324.

tecnologia nel suo studio delle “cinque potenze” (le macchine semplici). Ma non l’ha mai sviluppata. Così la tecnica antica è rimasta allo stadio pre-tecnologico, pre-scientifico, sebbene numerosi elementi della scienza geometrica e meccanica (statica) siano stati incorporati nella *téchnē*. La scienza greca non ha costituito una vera tecnologia, perché essa non ha elaborato una fisica. Ancora, da più parti - fonti storiche, opere d’arte, trattati - ci accorgiamo che l’abbondanza di schiavi, che Aristotele considera come “macchine animate”, fanno sì che non si senta la necessità di ricorrere ad altre fonti d’energia che a quella umana. In secondo luogo, il fatto che si ricorresse a manodopera servile generò una particolare gerarchia dei valori e il disprezzo del lavoro meccanico, considerato per l’appunto, come servile. Ma il difetto più grave che sia Aristotele che Platone rimproverano al lavoro meccanico, è ch’esso genera un intimo desiderio di ricchezza - e questa è la condanna di tutto un aspetto della civiltà moderna - distogliendoci dalla ricerca. Se le arti liberali sono superiori, dice Aristotele, questo deriva dal fatto che non hanno utilità¹⁵⁸.

In più, in Grecia, s’è opposta allo sviluppo di una civiltà tecnologica il dominio che esercitava sugli *habitus* psichici, come una sorta di categoria, l’opposizione fra natura ed arte. L’arte imita la natura in virtù di procedimenti meccanici, ma la natura - come diceva Plotino - la natura non usa leve. Per gli antichi, l’uomo è destinato a vivere nel mondo, e non a sfruttare, né a correggere il mondo. Il Filosofo greco non ambiva a mutilare quell’opera d’arte che è il mondo, mutandone il volto. C’è, in qualche modo, un interesse estetico verso il mondo che spiega alcune trascuratezze degli osservatori antichi e la loro negligenza degli aspetti quantitativi. C’è inoltre da notare, che quando si affranca dalla magia, il pensiero tecnico non giunge subito ad allinearsi con la scienza, ma resta a lungo nella sfera del brancolamento, della tendenza ad un fine non raggiunto. Alcuni meccanismi dell’epoca erano teoricamente molto belli, ma avendo il difetto di non tenere conto della resistenza e dell’attrito, non potevano funzionare, non erano concezioni pratiche. In questi comportamenti, in queste attitudini mentali, c’è molto ancora della originaria mentalità magica, per cui una macchina è una macchinazione, un espediente, un tranello che viene teso alla natura.

In questo senso - cioè su questa resistenza al cambiamento dovuta ad un determinato *habitus* psichico - esiste una teoria di Kojève¹⁵⁹ molto suggestiva sul mancato sviluppo della tecnologia nel mondo greco. L’autore parte dal presupposto che nessun popolo non cristiano ha voluto o potuto superare i limiti della scienza ellenica. I Greci, dal canto loro, che essi stessi non hanno voluto o potuto superare i limiti della loro stessa scienza erano tutti pagani. Il primo paradosso posto da Kojève è che, essendo difficilmente sostenibile che i Greci furono pagani in quanto non si dedicarono alla fisica matematica, bisognerà supporre che essi non sono stati in grado di elaborare una tale fisica perché hanno voluto restare pagani (in quanto appare insostenibile supporre che la teologia pagana non abbia avuto influssi sul pensiero greco). La teologia pagana “classica”, all’opposto della teologia cristiana, dovrebbe essere una teoria della trascendenza, o, meglio, della duplice trascendenza di Dio. In altri termini, a differenza del cristiano, al pagano non bastava

¹⁵⁸ In Aristotele, è *crematistica* ciò che non mira a soddisfare un bisogno, ma ricerca il denaro per il denaro. La fabbricazione d’una scarpa ha il suo fine naturale, cioè l’uso di questa scarpa; ma può proporsene un altro, che non è naturale: cioè la vendita della scarpa (*Politica* 1257 a). Così ogni *téchnē*, può essere sviata dalla sua funzione naturale verso la *crematistica*. Lo scambio rimane tale nella misura in cui resta rinchiuso nei limiti dei bisogni naturali. Ma contrariamente alla natura di una vera *téchnē*, la *crematistica* è illimitata, come se l’arte d’acquistare ricchezze, l’usura per esempio, avesse il potere di generare indefinitamente denaro con denaro. Il fatto è che in realtà essa non genera proprio niente: perché il denaro non è altro che una cosa illusoria, “che ha valore solo per convenzione, e non per natura, poiché un cambiamento di convenzione presso coloro che se ne servono può renderlo incapace di soddisfare i nostri bisogni (1257 b)”.

¹⁵⁹ Kojève, Alexandre (2004), *Il silenzio della tirranide*, Adelphi, Milano, pp. 125-138.

morire - in determinate condizioni - per poi trovarsi al cospetto della divinità. Anche dopo la completa liberazione del corpo, l'ascensione del pagano verso Dio è interrotta a metà strada da uno schermo, se non proprio opaco, comunque insormontabile, "divino", se si vuole, nel senso di trans-mondano o sopraterrestre, in rapporto al quale il Dio propriamente detto è e rimane per sempre trascendente.

Il *Theòs* del paganesimo classico - afferma Kojève - non è solo al di là del mondo in cui vive il pagano, ma è anche irrimediabilmente al di là dell'Aldilà al quale il pagano può eventualmente accedere dopo la morte. Lasciando la terra, il pagano non s'incammina mai sulla strada che potrebbe condurlo alla presenza del suo Dio. Del resto, poco importa che lo schermo che si presume separi Dio dal mondo in cui vivono e muoiono i pagani sia costituito, come per Platone, da un cosmo ideale u-topico o, come per Aristotele, dal cielo planetario e siderale etereo, senza una collocazione precisa nello spazio vuoto e infinito e cionondimeno indiscutibilmente dotato di una dimensione spaziale. Quel che conta in entrambi i casi è l'impossibilità assoluta, tanto per il pagano quanto per il suo Dio, di superare questa barriera, ideale o reale che sia. Poiché se la teoria (la contemplazione) del *Kosmòs noètos* platonico - continua Kojève - o dell'*Ouranòs* aristotelico è una vetta che il pagano non può superare né da vivo né dopo la morte, allora gli stessi *Ouranòs* e *Kòsmos* sono per lui anche il limite estremo delle manifestazioni o incarnazioni possibili del suo Dio. A parte ciò che non è in nessun luogo, e al di là di ciò che è nei cieli, tutto nel mondo dei pagani dell'età classica è ovunque e sempre profano. Ora, se il *Theòs* della teologia pagana è il preciso *nunc stans* dell'Eternità o l'Uno a sé stante che non si numera, ne consegue che il mondo trascendente nel quale il *Theòs* si manifesta o s'incarna non può essere altro che un insieme ordinato di relazioni rigorose, da sempre fissate fra numeri eterni e precisi. Contrariamente a questo mondo ancora o già divino, il mondo profano in cui viviamo (poco importa che si tratti dell'insieme del cosmo o solo della sua porzione sublunare) non potrebbe prevedere relazioni veramente matematiche o matematizzabili. Lungi perciò dall'essere "uno" o composto da unità ordinabili o numerabili, questo mondo è costituito da elementi fluttuanti che o si sdoppiano di continuo in modo indefinito, oppure si trasformano impercettibilmente ovunque e sempre nei loro "contrari", i quali per definizione sono puramente qualitativi. Sicché, dal punto di vista della teologia pagana classica - conclude Kojève - si possono scoprire "leggi matematiche", ossia relazioni eterne e precise, solo laddove la materia è assolutamente assente o almeno laddove essa è solo puro etere inaccessibile ai sensi. Dal punto di vista di questa teologia sarebbe empio ricercare tali leggi nella materia volgare e grossolana di cui sono fatti i corpi viventi che temporaneamente ci servono da prigione. Ecco perché per dei pagani convinti come Platone e Aristotele la ricerca di una scienza quale la moderna fisica matematica sarebbe non solo pura follia, come per tutti i Greci civilizzati e dunque in grado di occuparsi di scienza, ma anche un grande scandalo. L'isolato tentativo "eudossiano" di rintracciare nei fenomeni sensibili (spazio temporali) le precise relazioni che intercorrono fra entità matematiche ideali (eterne), agli occhi di Platone rappresenta al contempo uno scandalo ed una follia.

Dunque, quel che riscontriamo nel Filosofo greco è l'elaborazione consapevole e l'invenzione di un nuovo accostamento al mondo e alla conoscenza d'esso. Tale atteggiamento trasforma una concezione originariamente teologica, l'idea di spiegare il mondo visibile mediante un presupposto mondo invisibile¹⁶⁰, nello strumento fondamentale della scienza teorica. Tale idea era stata esplicitamente formulata da

¹⁶⁰ Cfr. in Omero, la descrizione del mondo visibile intorno a Troia basata sugli eventi del mondo invisibile dell'Olimpo. Con Democrito, questo criterio di spiegazione perde alcune delle sue connotazioni teologiche (ancora rilevanti in Parmenide, anche se in misura minore che in Anassagora) ma le assume di nuovo con Platone, soltanto per perderle un'altra volta, subito dopo.

Anassagora e da Democrito come principio di indagine sulla natura della materia o struttura fisica; la materia visibile doveva essere spiegata mediante delle ipotesi intorno a degli invisibili, relative cioè ad una struttura invisibile, troppo piccola per essere vista. Con Platone questa concezione risulta consapevolmente accettata e generalizzata; il mondo visibile del mutamento mediante un mondo invisibile di “Forme” immutabili (sostanze, essenze, nature, forme o figure geometriche)¹⁶¹. Nella concezione essenzialista o platonica, in quanto fu propria di Platone, anche se fu condivisa da Aristotele, lo scopo delle definizioni è quello di individuare l'essenza dell'ente definito. È questo, per esempio, il caso dei molti tentativi di definire “il bene” o “il giusto” nei dialoghi socratici di Platone. Secondo la concezione platonica le definizioni essenzialiste sono applicabili anche agli enti matematici, che sono pensati dotati di una loro realtà oggettiva, mentre al matematico spetta solo la loro descrizione e uso¹⁶². Tale concezione dominò in età imperiale, nel Medioevo e nei primi secoli dell'età moderna. Karl Popper ha scritto: “Penso che la storia del pensiero da Aristotele in poi possa essere riassunta dicendo che ogni disciplina si è arrestata a uno stadio di vuoto verbalismo e sterile scolasticismo finché ha usato il metodo aristotelico di definizione, e che il grado nel quale le varie scienze sono riuscite a compiere progressi è dipeso dal grado nel quale sono state capaci di sbarazzarsi di questo metodo essenzialista”¹⁶³.

A causa di questa concezione per il Filosofo greco esistevano tabù intellettuali molto profondi. Uno riguardava certamente i neologismi. In tutta la cultura classica le discussioni sui concetti erano state inseparabili dalle discussioni sui termini che le designavano. L'antica concezione dei nomi naturali delle cose, ancora in parte presente in Platone¹⁶⁴, era stata combattuta, in particolare da Aristotele, che però aveva considerato una libera scelta umana solo la particolare struttura fonetica delle parole e non l'individuazione degli oggetti nominabili.

Il Filosofo greco non può usare né il metodo dimostrativo né l'esperimento, giacché non ha, né vuole costruire, una teoria scientifica. Le forze, i tempi e le lunghezze di cui parla non sono infatti enti interni a una teoria, ma sono da lui concepiti come oggetti concreti, dei quali è possibile comprendere le necessarie relazioni reciproche attraverso la speculazione filosofica. In lui l'accento al dato empirico è quindi essenzialmente illustrativo. Si cerca di dedurre affermazioni quantitative su particolari fenomeni fisici direttamente da principi filosofici generali, trovati grazie all'osservazione qualitativa della natura¹⁶⁵.

Come si vede, all'epoca del Filosofo greco i limiti sono già stati fissati e il pensiero viene canalizzato in direzioni socialmente accettabili. In particolare è stata fissata la distinzione tra pensiero teorico e attività tecnica. Ciò che riguarda la meccanica, le macchine, non afferisce ad una sfera di conoscenza razionale, ma all'astuzia, all'artificio; non si tratta

¹⁶¹ **Popper, Karl R.** (1972), *Congetture e confutazioni*, Il Mulino, Bologna, p. 156.

¹⁶² La concezione di Platone degli enti matematici fu in realtà criticata a lungo da Aristotele, sostenendo che tali enti non fossero immanenti ai corpi, né avessero un'esistenza separata. La posizione di Aristotele può essere approssimativamente sintetizzata affermando che gli enti matematici hanno un'esistenza di tipo particolare, in quanto esistono solo come proprietà dei corpi sensibili. Nonostante la base filosofica della concezione di Aristotele sia diversa da quella di Platone, la differenza non è tale da mutare in modo rilevante l'atteggiamento verso il lavoro del matematico; da questo punto di vista l'essenziale è che per Aristotele, come per Platone, l'uomo non costruisce gli enti matematici, che, in un modo o nell'altro gli preesistono. **Russo, Lucio** (2008), op. cit., pp. 210-211.

¹⁶³ **Popper, Karl R.** (1969), *La società aperta e i suoi nemici*, Armando, Roma, vol. II, p. 9.

¹⁶⁴ Platone, anche se riconosce che le parole sono una creazione umana, insiste sull'oggettiva somiglianza tra un buon nome e l'oggetto nominato. Egli inoltre non ammette che uomini normali del suo tempo possano introdurre nuovi vocaboli, attribuendo la scelta dei nomi ai *legislatori* originari, che avrebbero creato le varie lingue.

¹⁶⁵ **Russo, Lucio** (2008), op. cit., p. 43.

semplicemente di conoscere i processi naturali, si tratta di ingannare la natura, di macchinare qualcosa, di ottenere meraviglie, creazione di effetti estranei all'ordine naturale. L'eterogeneità che esiste tra il dominio della manipolazione pratica e quello della conoscenza razionale della natura è impressionante: Archimede sarà considerato soltanto un matematico, un ingegnere; la sua analisi matematica dell'equilibrio della macchine non sarà mai considerata come applicabile al mondo della natura, almeno nel quadro della tradizione fisica antica.

Un'altra dualità è stabilita fermamente, quella del cielo e della terra, del mondo degli astri immutabili ed eterno, e del mondo sublunare dove ogni cosa è mutevole, mortale, sottomessa alle passioni e alle corruzioni. Lo studio comparato delle religioni ha proposto la divisione tra spazio profano e spazio consacrato come uno dei tratti più generali che si possono leggere nelle società antiche. Lo spazio ordinario, sottoposto al caso, alla degradazione, insignificante, è separato dal mondo sacro, significativo, sottratto alla contingenza alla storia¹⁶⁶. Questo è lo stesso contrasto supposto da Aristotele fra il mondo degli astri e quello della natura terrestre. Questo contrasto si ritrova nella valutazione della possibilità di applicare la matematica alla descrizione del mondo. Poiché il movimento degli astri non è un mutamento, ma uno stato perfetto ed identico a se stesso, può essere descritto (senza con ciò essere spiegato) dalla matematica. Ma per ciò che riguarda il mondo sublunare, la descrizione matematica non è pertinente. I processi naturali, intrinsecamente imprecisi, possono essere soltanto l'oggetto di descrizioni matematiche approssimative, astrazione fatta dalla loro irreducibile particolarità.

I caratteri che definiscono la configurazione narrativa di questa società schiavistica sono rigidamente fissati: all'ordine di valori costituito dalla contemplazione, dalla vita liberale ed oziosa, da ciò che è naturale, la cultura greca contrappone, come altrettanti termini negativi, le categorie deprezzate del pratico, dell'utilitario, del lavoro servile e dell'artificiale. In più, la dualità oppositiva del mondo superlunare con quello sublunare e la dottrina della duplice trascendenza ci restituiscono l'immagine di un cosmo dove la visione della realtà delle cose - sul piano dei concetti - definisce la sfera delle essenze, o universali, più reale di quanto lo siano la sfera dell'esistenza o dell'attualità. Così, sul piano sociale, la comunità possiede una "realtà" superiore agli individui che la compongono. La caratteristica della comunità risiede nell'idea che il singolo uomo è tale solo nella misura in cui si colloca in un ordine generale e, in ultima analisi, si fonde addirittura con il principio sostanziale dell'universo. Naturalmente una società del genere ha una visione temporale che tende o si preoccupa delle origini delle cose e conseguentemente essa è portata più a sviluppare una sorta di disposizione metafisica e mistica. Il Filosofo greco desidera il mantenimento e la stabilizzazione di una comunità che egli avverte non esserci più nella sua forma pura, o, se non altro, essere in serio pericolo. La teoria platonica della *metexis* o della partecipazione, secondo la quale una cosa è quello che è per via della sua partecipazione all'archetipo o "idea", è un esempio del tentativo di ristabilire una concezione di assoluto realismo epistemologico¹⁶⁷; così l'individuo sarà esclusivamente in quanto parteciperà della Città-Stato, riproduzione terrena e corruttibile del cosmo.

L'ordine della natura a cui il Filosofo greco cercherà d'avere accesso attraverso una mera indagine speculativa, appartiene a questa configurazione narrativa.

¹⁶⁶ Per approfondimenti, **Eliade, Mircea** (2006), op. cit.

¹⁶⁷ Cavicchia Scalamonti, Antonio, *Dal realismo comunitario al nominalismo individualistico. Un'introduzione alla sociologia di P. L. Landsberg*, pp. 13-15, in **Landsberg, Paul-Louis** (2002), op. cit.

Capitolo IV

La conoscenza scientifica alessandrina e l'alto Medioevo: Archimede e Carlomagno

IV.1 Configurazioni socio-storiche: Biblioteca e Monasteri

L'ellenismo si fa iniziare nel 323 a. C., con la morte di Alessandro Magno. La scienza "esplose" nel corso del III secolo a. C. ed è stata detta spesso alessandrina perché ebbe il suo centro principale ad Alessandria d'Egitto. Uno dei motivi di questa supremazia fu certamente la politica dei primi Tolomei. Ad Alessandria, intorno alla fine del IV secolo a. C., lavorò ed insegnò Euclide. Nella prima metà del III secolo a. C. vissero ad Alessandria Ctesibio, fondatore della pneumatica e iniziatore della scuola dei meccanici alessandrini, ed Erodoto di Calcedonia, fondatore dell'anatomia e della fisiologia scientifiche. L'attività di Aristarco di Samo, famoso soprattutto per aver elaborato la teoria eliocentrica, risale alla stessa epoca. Ad Alessandria studiò molto probabilmente Archimede (287-212), che anche da Siracusa rimase in continuo contatto epistolare con gli scienziati alessandrini. Tra gli scienziati della seconda metà del III secolo vi fu Eratostene, che fu bibliotecario di Alessandria e che, fra l'altro, effettuò la prima vera misura delle dimensioni della Terra. Dal 212 a. C. (saccheggio di Siracusa e uccisione di Archimede) in poi i centri dell'ellenismo furono sconfitti e conquistati dai Romani. Nel corso del II secolo a. C. gli studi scientifici decadde rapidamente. In particolare l'attività scientifica ad Alessandria cessò drammaticamente nel 144-145 a. C., quando vi fu una feroce persecuzione della classe dirigente greca da parte di Tolomeo VIII, appena salito al trono. Polibio dice che l'etnia greca della città di Alessandria ne fu quasi completamente distrutta; Ateneo dà una vivace descrizione della conseguente diaspora di intellettuali dalle città. L'"esplosione" delle teorie scientifiche si ebbe nel corso del III secolo a. C. e fu una caratteristica essenziale della civiltà ellenistica. Se nel processo di formazione del nuovo metodo si vuole individuare un punto di svolta, il miglior candidato sembra la formazione dell'impero di Alessandro¹⁶⁸.

I Tolomei crearono ad Alessandria il Museo, cioè il primo istituto di ricerca pubblico di cui si abbia notizia¹⁶⁹. Nel Museo a disposizione dei suoi ospiti, vi è la famosa Biblioteca. Tolomeo II Filadelfo la rifornisce non solo acquistando libri su tutti i mercati e richiedendoli agli Stati con cui ha rapporti, ma anche mediante una tassa di sua invenzione: le navi che fanno scalo ad Alessandria debbono denunciare tutti i libri che hanno a bordo e darli alla Biblioteca; in cambio ne riceveranno una copia. Allo stesso tempo si organizza la redazione di molti libri nuovi, soprattutto traduzioni di opere straniere. In qualche decennio la Biblioteca arriva a contenere circa mezzo milione di libri. Una sezione staccata della Biblioteca, il Serapeo, era a disposizione del pubblico: arrivò a contenerne, nel III secolo a. C., 42.800. Tra gli studi promossi dai Tolomei avevano notevole rilievo quelli scientifici e tecnologici, come è mostrato dalla presenza tra gli studiosi alessandrini di personalità come Euclide, Ctesibio, Eratostene e Apollonio di Perga e dai contatti con Alessandria mantenuti da tutti gli scienziati dell'epoca. Uno stato ellenistico con dei sovrani interessati a una "politica della scienza" è il piccolo stato di Pergamo. Gli Attalidi vi organizzarono una biblioteca che era seconda solo a quella di Alessandria.

¹⁶⁸ Russo, Lucio (2008), op. cit., pp. 27-29.

¹⁶⁹ L'Accademia e il Liceo di Atene, che per molti altri aspetti anticipano il Museo di Alessandria, erano infatti istituzioni private.

La politica culturale assorbiva notevoli risorse economiche. Per molti dei libri redatti per la Biblioteca di Alessandria fu organizzata la traduzione in greco di testi stranieri chiamando dai Paesi d'origine gruppi di esperti bilingui. La natura dell'interesse dei sovrani ellenistici per la cultura è bene illustrata dalla "guerra della carta" tra i Tolomei e il regno di Pergamo: Tolomeo II Filadelfo, per bloccare lo sviluppo della biblioteca rivale di Pergamo, interruppe l'esportazione di papiro dall'Egitto¹⁷⁰. Questa decisione, più che dovuta alla gelosia di un bibliofilo per un rivale, appare il tentativo di riservare al proprio stato un prodotto considerato di importanza strategica. Evidentemente l'interesse dei sovrani ellenistici per la cultura non era dovuto a liberalità, ma all'aver individuato nella conoscenza una sorgente essenziale di potere. Le iniziative culturali finanziate dallo stato, e in particolare le redazioni di libri, avevano spesso fini politici. Per esempio la traduzione in greco della Bibbia tradizionalmente nota come "Versione dei Settanta" fu allo stesso tempo uno strumento e un effetto della politica dei Tolomei di assimilazione della importante comunità ebraica di Alessandria.

Come s'è detto, gli studi ad Alessandria furono tragicamente interrotti dalle persecuzioni di Tolomeo VIII nel 145 a. C.; fu conservata la Biblioteca, che costituì il principale elemento di continuità tra il periodo aureo e la ripresa avvenuta in età imperiale. Dopo la persecuzione la penuria di intellettuali fu tale che a capo della Biblioteca fu posto un certo Cida, cioè un ufficiale dei lancieri, come sappiamo da un papiro. Si capisce facilmente come questa situazione avesse creato in epoca imperiale quella dipendenza passiva dai testi scritti che sarà ancora più grave in seguito e che a volte viene retrodatata al periodo aureo della scienza alessandrina, confondendo due climi culturali profondamente diversi.

Le lunghe guerre tra Roma e gli stati ellenistici costituirono probabilmente un ostacolo serio all'attività scientifica. Abbiamo già ricordato il saccheggio di Siracusa del 212 a. C. e l'uccisione di Archimede. In diverse città intere popolazioni furono ridotte in schiavitù. La fase decisiva delle guerre si concluse nel 146 a. C., anno in cui furono rase al suolo Cartagine e Corinto. L'anno successivo - come si è visto - fu il re Tolomeo VIII a incaricarsi di eliminare la comunità greca di Alessandria. Quella dei Romani del III o II secolo a. C. non era certo la civiltà di Virgilio e di Orazio. La raffinata cultura di alcuni intellettuali romani fu resa possibile proprio dal continuo contatto con la civiltà ellenistica attraverso i Greci deportati come schiavi e i libri e le opere d'arte depredati. Occorsero però per questo diverse generazioni. Le circostanze nelle quali giunse a Roma il primo quadro ellenistico sono riferite da Plinio. Con la distruzione di Corinto nel 146 a. C. i Romani si erano impadroniti di molte opere d'arte, che misero all'asta. Per un quadro del pittore Aristide il re di Pergamo offrì una cifra così alta che il generale romano Lucio Mummio si impadronì del quadro e lo portò a Roma pensando che dovesse trattarsi di un oggetto con poteri magici. Una cinquantina d'anni più tardi l'incivilimento dei Romani aveva già fatto notevoli passi avanti, come dimostrato, per esempio, dal senatoconsulto del 97 a. C. che abolì i sacrifici umani. Dalla metà del II secolo a. C. non esistevano quasi più centri culturali ellenistici. Per qualche tempo aveva svolto un ruolo importante Rodi, ma il suo ruolo economico nel II secolo a. C. fu drasticamente ridimensionato dai Romani, che finirono col saccheggiarla nel 43 a. C.. le guerre si conclusero infine nel 30 a. C. con la conquista di Alessandria, che completò l'incorporazione di tutto il mondo mediterraneo nel dominio di Roma¹⁷¹.

La politica culturale dei sovrani ellenistici favoriva certo più di quella romana la ricerca e l'innovazione tecnologica (e in effetti in epoca romana abbiamo ben poche novità tecnologiche), ma la diffusione quantitativa della tecnologia già nota richiede strumenti

¹⁷⁰ Come è ben noto, la risposta del regno di Pergamo non fu la rinuncia ai libri, ma il perfezionamento di quel materiale di scrittura che da allora prese il nome di pergamena.

¹⁷¹ Ivi, pp. 269-270.

diversi dalla ricerca. Un lungo periodo di pace, accompagnato da una pesante pressione fiscale, potrebbe aver fornito un incentivo ad aumentare la produzione, usando tutte le risorse tecnologiche disponibili, ben più efficace dell'istituzione di un Museo. I Romani, privilegiando gli strumenti giuridici e militari del dominio su quelli tecnologici ed economici, erano disinteressati alla scienza, ma non rifiutavano certamente i benefici della ricchezza e della tecnologia: pensavano però che fosse compito degli individui inferiori ingegnarsi a procurarli e quello dell'aristocrazia goderli. Il sistema romano risolse bene il problema di acquisire e controllare tecnici competenti, ma non quello di formarli. Si trattava evidentemente di un sistema basato sullo sfruttamento di province in cui, indipendentemente dal potere centrale, sopravviveva una tradizione culturale scientifica e tecnologica. Al crollo del sistema politico di Roma si accompagnò il crollo culturale, economico e tecnologico dell'Occidente. Nell'VIII secolo il più grande matematico veniva considerato Beda il Venerabile: nel suo lavoro più impegnativo egli descrive un metodo per rappresentare i numeri con gesti delle mani. Molti sapevano farlo ancora fino a dieci, ma Beda, usando una specie di alfabeto per sordomuti, riesce ad arrivare un po' più in là. Quando il più grande "matematico" vivente in Europa è a questo livello la vita urbana vi è già scomparsa¹⁷².

Nei primi quattro secoli del cristianesimo l'impero romano fu un colosso geografico, che si estendeva dall'Oceano Atlantico alla Persia e dalla Britannia alle sponde meridionali del mediterraneo. Entro i confini di questo mondo greco-romano nacque e si diffuse il cristianesimo. La sua nascita e il suo sviluppo avvennero in un periodo di grandi trasformazioni religiose e di crescita economica. Il cristianesimo, nei primi duecento anni della sua esistenza, fu una religione non molto più visibile e avvertibile di numerose altre religioni e culti misterici che avevano attirato l'attenzione a ogni livello della società. Il senso di conforto che i pagani traevano dalla loro fede nei tradizionali dèi omerici e romani delle loro religioni di Stato stava scomparendo. I nuovi culti, che prendevano a poco a poco il posto delle antiche divinità, non solo si scambiavano reciprocamente idee e riti, ma erano arrivati ad avere in comune alcune credenze fondamentali. Il mondo era il male, ed era destinato a finire. Gli esseri umani, peccatori per natura, potevano aspirare all'eterna felicità solo se si fossero allontanati dalle cose del mondo e avessero coltivato quelle dell'eterno regno dello spirito. Oltre a praticare vari gradi di ascetismo, molti di quei culti credevano in un dio redentore che sarebbe morto per elargire - dopo la sua morte - la vita eterna ai suoi fedeli seguaci. Anche le scuole filosofiche dell'epoca, come il neoplatonismo e il neopitagorismo, furono influenzate da queste correnti popolari. Alcune arrivarono a svolgere il ruolo di una vera e propria religione, cercando di guidare i loro adepti verso la salvezza e l'unione con Dio, ricorrendo anche alla magia per conseguire i loro scopi. Alla secolare e impersonale adorazione degli dèi tradizionali si sostituì il desiderio di unico dio personale, signore del mondo, con il quale fosse possibile istituire un rapporto intimo e personale. Alcuni aspetti della diffusione del cristianesimo e del suo atteggiamento verso il più ampio mondo romano che lo circondava influenzarono il successivo sviluppo della scienza, e hanno quindi un'importanza centrale. Un aspetto notevole della diffusione del cristianesimo fu la sua lentezza. Il cristianesimo cominciò a diffondersi al di fuori della Terrasanta e della regione circostante dopo i viaggi di predicazione di San Paolo nelle terre dei Gentili, e soprattutto in Grecia, intorno alla metà del I secolo d. C. il cristianesimo non fu realmente presente in tutto l'impero romano prima dell'anno 300 d. C.; e solo nel 313 fu promulgato da Costantino l'Editto di Milano, che conferì al cristianesimo la piena uguaglianza con tutte le altre religioni nei territori dell'impero. Nel 392 l'imperatore Teodosio non solo ordinò la chiusura dei templi pagani,

¹⁷² Ivi, p. 306.

ma mise al bando il paganesimo, che fu equiparato - da allora in poi - al tradimento. Dunque soltanto nel 392, alla fine del secolo IV, il cristianesimo diventò l'unica religione ammessa e sostenuta dallo Stato. C'erano voluti quasi quattro secoli perché il cristianesimo arrivasse a trionfare. Il cristianesimo (al contrario dell'Islam) si propagò con lentezza e, ad eccezione di alcuni periodi di persecuzione, in modo relativamente pacifico. Questa sua lenta infiltrazione permise al cristianesimo di adeguarsi al mondo pagano che lo circondava e di prepararsi, in tal modo, a un ruolo che non era stato previsto dai suoi primi seguaci¹⁷³.

Già i primi autori cristiani (tra cui Basilio, Sant'Ambrogio, Sant'Agostino), pur subordinando la scienza e lo studio della natura alle esigenze religiose, mostrarono spesso un interesse per la natura che andava ben oltre il carattere sussidiario abitualmente riservato al suo studio.

I rapporti fra il primo cristianesimo e la scienza e la filosofia greca sono dunque importanti per lo sviluppo della conoscenza scientifica perché la separazione fra Stato e Chiesa (quanto meno in via di principio) e - circostanza ancor più significativa - il compromesso con la scienza e la filosofia greca, consentirono e facilitarono un ampio e intenso studio della filosofia naturale del tardo medioevo. L'emergere della filosofia nel quadro del sistema universitario del Medioevo di cultura latina rese possibili gli sviluppi rivoluzionari della scienza nel XVI e XVII secolo.

Uno dei motivi della sostanziale pacifica convivenza tra Stato e Chiesa fu in parte dovuta ad una convinzione dei cristiani: persuasi dal fatto che il Regno dei Cieli fosse imminente, rivolsero scarsa attenzione al mondo che li circondava. Cercavano generalmente d'assolvere i loro doveri verso lo Stato nella misura in cui non erano in conflitto con le loro convinzioni religiose¹⁷⁴. Fin dall'inizio, i cristiani riconobbero lo Stato come qualcosa di distinto dalla Chiesa, anche se, in seguito alla crescente centralizzazione della Chiesa cattolica romana, vari papi cercarono di dominare i numerosi Stati esistenti in Europa. Essi si consideravano come due spade, benché - troppo spesso - le due spade fossero puntate l'una contro l'altra. Tuttavia la Chiesa anche quand'affermava la sua supremazia sullo Stato, non tentò mai di creare una teocrazia attribuendo a vescovi e sacerdoti funzioni di governo laiche. La tradizione statale romana, entro la quale si sviluppò il cristianesimo, e la mancanza - nella Bibbia - di espliciti riferimenti testuali a sostegno dello Stato teocratico, costituiscono dei potenti ostacoli alle sfrenate ambizioni di grandezza del papato, e soprattutto resero improbabile l'imposizione di uno Stato teocratico. Chiesa e Stato, pur non essendo, nel Medioevo così rigidamente separati, ma anzi interagendo spesso tra di loro, erano, tuttavia, delle entità indipendenti.

Per comprendere quale fosse lo stato della scienza all'inizio di questo periodo, è essenziale delineare per sommi capi i principali avvenimenti che trasformarono l'impero romano. Nei primi due secoli del cristianesimo, dal principato di Augusto alla morte di Marco Aurelio, i Romani controllarono un vasto impero nel quale due erano le lingue dominanti. In Occidente i Romani riuscirono ad imporre, com'è normale, una cultura fondamentalmente romana, nella quale la lingua latina fungeva da generale mezzo di comunicazione. Nella parte orientale dell'impero, che coincideva in larga misura con l'antico mondo ellenistico nato sulla scia delle conquiste di Alessandro il Grande (Grecia, Asia minore, Siria, Persia, Palestina ed Egitto) la lingua comune era il greco. A partire da Diocleziano (284-305), l'impero romano fu diviso amministrativamente in due parti, l'orientale e l'occidentale, secondo un discrimine che rifletteva sostanzialmente la divisione linguistica fra regioni di lingua greca e regioni di lingua latina. La linea degli

¹⁷³ Grant, Edward (2001), *Le origini medievali della scienza moderna*, Einaudi, Torino, pp. 8-10.

¹⁷⁴ Quest'atteggiamento è esemplificato nella significativa frase di Gesù: "Date a Cesare quel che è di Cesare, e a Dio quel che è di Dio".

imperatori d'Occidente ebbe fine nel 476, con la deposizione di Romolo Augustolo. Ma anche quando, dopo il 476, furono creati in Occidente degli Stati germanici, l'impero fu sempre ritenuto integro, e i sovrani di stirpe germanica riconobbero spesso l'impero assumendo o accettando il titolo onorifico di consoli. Questa situazione si protrasse fino a quando Carlomagno fu incoronato "Imperatore del Sacro Romano Impero" da Papa Leone III il 25 dicembre dell'800, dando così inizio alla lunga storia del Sacro Romano Impero nell'Europa occidentale. All'epoca dell'incoronazione di Carlomagno, l'Europa occidentale aveva da lungo tempo cessato di essere, di fatto, parte dell'impero romano. In Oriente, invece, gli imperatori romani regnarono in modo continuativo, dalla fondazione di Costantinopoli per opera di Costantino, fino alla caduta della città nella mani dei turchi più di mille anni dopo, nel 1453, anno nel quale l'impero romano cessò definitivamente di esistere. Benché il latino fosse la lingua dei romani, e la potenza militare romana avesse creato un vasto impero, la lingua della cultura nell'impero romano fu il greco. In questo senso, Atene conquistò Roma. I romani di lingua latina che avevano ambizioni intellettuali, imparavano il greco, e alcuni andavano in Grecia per istruirsi¹⁷⁵.

A partire dal IV secolo le invasioni barbariche - come si è visto - avevano provocato, nell'Impero Romano d'Occidente, distruzioni materiali e infine anche una grave instabilità politica; ma fu l'irruzione degli invasori islamici nell'Impero d'Oriente, nel VII secolo, ad infliggere il colpo più grave alla cultura dell'Occidente cristiano. Con la conquista di molta parte dell'Impero d'Oriente da parte degli arabi, il principale deposito della cultura greca rimase per secoli inaccessibile agli studiosi occidentali a causa dell'intolleranza e del sospetto reciproco delle opposti fedi religiose¹⁷⁶.

Due avvenimenti negativi, infatti, giocarono un ruolo fondamentale nella genesi dell'Europa tra il VII e il XIV secolo. Un'identità religiosa si forma anche, o comunque si consolida, all'interno di un conflitto, di un'opposizione. È l'altro, soprattutto se avversario o nemico, a creare l'identità. Nel caso della cristianità occidentale, i poli che si contrapposero ad essa, furono due. In primo luogo Bisanzio. In secondo, l'Islam. Nel secondo l'opposizione sfociò sovente in conflitti a carattere militare. Tre altri cambiamenti e innovazioni contribuirono alla omogeneizzazione di un nuovo estremo Occidente. Il primo, di carattere economico, è la ruralizzazione di un mondo che era stato fortemente urbanizzato dai romani. Si lasciano andare distrutte strade, officine, magazzini, sistemi di irrigazione, colture. Si assiste ad un regresso tecnico che colpisce in particolare la pietra, che cede il posto ad un nuovo impiego del legno come materiale di costruzione. Il riflusso della popolazione urbana verso le campagne non colma però il vuoto determinato dalla crisi demografica. Al posto della città, *urbs*, si impone la *villa*, la grande proprietà che diventa la cellula economica e sociale fondamentale. L'unità di popolamento e di sfruttamento della terra diventa il *manso*, molto variabile per superficie ma in genere modesto, sufficiente per sostenere una sola famiglia. L'economia monetaria arretra lasciando spazio a una maggiore diffusione del baratto. Il commercio a lungo raggio quasi scompare, con l'eccezione delle materie indispensabili, come ad esempio il sale. Due ulteriori elementi che uniformarono il mondo barbarizzato sono di ordine politico e giuridico. Al vertice delle nuove formazioni politiche compaiono dei re - detestati dal mondo romano - che non sono altro che dei semplici capi-tribù, dei reucci, anche se la

¹⁷⁵ Ivi, pp. 20-21.

¹⁷⁶ Tutto quel che riuscì a fare fu di conservare le compilazioni di dati e le interpretazioni elaborate dagli enciclopedisti. Se si riuscì a conservare tanto nonostante il graduale collasso dell'organizzazione politica e della struttura sociale dell'Impero Romano sotto l'urto prima di Goti, Vandali e Franchi, e poi, nel IX secolo, dei Normanni, fu grazie alla comparsa dei monasteri e delle loro scuole nell'Europa Occidentale a cominciare dall'abbazia di Montecassino fondata da San Benedetto nel 529. L'esistenza di questi centri consentì il temporaneo risveglio della cultura in Irlanda, nel VI e nel VII secolo, in Nortumbria ai tempi di Beda, e nell'impero di Carlomagno nel IX secolo.

regalità conoscerà un luminoso avvenire in Europa. Le leggi emanate da questi re ebbero uno spiccato carattere barbarico. Si tratte di liste di tariffe, di ammende, di punizioni in denaro o corporali, che colpiscono crimini e delitti, e variano secondo l'etnia e il rango dei colpevoli¹⁷⁷. Queste leggi, sono molto grossolane. Questa legislazione barbarica, fiorita sulle rovine del diritto romano, consentì nonostante tutto ad un'Europa del diritto di sopravvivere nell'alto Medioevo¹⁷⁸.

I caratteri fondamentali della cultura occidentale dell'alto Medioevo, riflettono diversi mutamenti sociali. L'assottigliarsi delle classi medie si riscontra nel campo della cultura, in cui cresce il divario tra massa incolta e un *élite* colta. La separazione culturale non coincide con la stratificazione sociale perché la cultura intellettuale diviene monopolio della Chiesa. Anche se vi sono grandi differenze di grado di cultura fra i chierici, la natura della loro cultura è la stessa e la linea di demarcazione essenziale è quella che separa chierici e laici. La cultura ecclesiastica, quali che siano le risposte individuali o collettive dei chierici al problema dell'atteggiamento da adottare riguardo al contenuto della cultura profana pagana, utilizza l'attrezzatura intellettuale messo a punto dal secolo III al V, da autori didattici che sistematizzano, ad un livello semplificato e mediocre, l'eredità metodologica e scientifica della cultura greco-romana. Di questo attrezzatura intellettuale, l'essenziale è probabilmente il quadro delle "arti liberali" e l'autore più importante Marziano Capella. Di fronte a questa cultura ecclesiastica, la cultura laica manifesta una regressione molto più forte, cominciata a partire dal secolo II, rafforzata dalla disorganizzazione materiale e mentale, resa catastrofica dalle invasioni e dalla fusione degli elementi barbari con le società indigeno-romane. Questa regressione mentale si è soprattutto manifestata con il ritorno a tecniche, mentalità e credenze "tradizionali". Più che a una cultura pagana al suo stesso livello e con un tipo di organizzazione analogo, presto vinta malgrado gli ultimi sussulti dell'inizio del secolo V, la cultura ecclesiastica si è trovata di fronte a una cultura "primitiva", con un'impronta guerriera presso i barbari, e con impronta soprattutto contadina nell'insieme dei ceti inferiori ruralizzati¹⁷⁹.

La ruralizzazione dell'Occidente dell'alto Medioevo - che convenzionalmente si fa cominciare con la caduta dell'impero romano d'Occidente - determina dunque un'epoca di risorgenza di tecniche, di strutture sociali, di mentalità primitive, un tempo di affioramento di strutture contadine tradizionali soggiacenti e dotate di una grande resistenza al cambiamento.

Sotto la guida dei vescovi e del clero secolare da una parte e l'azione dei monaci dall'altra furono unificate, nel IX secolo, un'Europa dei guerrieri e un'Europa dei contadini. Esistevano ancora gli schiavi, non avendo il cristianesimo apportato un miglioramento nel loro destino. Esistevano d'altra parte nuovi vincoli tra il signore, i contadini e le terre demaniali. Un numero crescente di uomini e di terre erano soggetti direttamente al signore. Al posto degli schiavi comparvero servi e terre servili. Sin dai tempi di Carlomagno si delinea un'evoluzione che sarà uno dei tratti più significativi del Medioevo, diventando poi un carattere essenziale dell'Europa. I contadini strapparono al signore terre libere, diventando così un gruppo sociale libero che seppe disfarsi anche delle *corvées*, obbligando i signori ad accettare una riduzione della loro proprietà oppure a praticare una politica di nuova schiavitù.

Il campo di maggior successo dell'Europa carolingia è probabilmente quello della cultura. Carlomagno era convinto che il sapere, l'istruzione, fosse una manifestazione e uno strumento necessario di potere. Le scuole fondate o migliorate da Carlomagno erano

¹⁷⁷ Il *Wergeld*.

¹⁷⁸ Le Goff, Jacques (2009), *Il cielo sceso in terra*, Laterza, Roma-Bari, pp. 33-37.

¹⁷⁹ Le Goff, Jacques (2000), op. cit., pp. 195-197.

destinate essenzialmente ai figli degli aristocratici. Alcuino¹⁸⁰, uno dei consiglieri del re, aveva come programma di fare della corte “un’Atene più bella dell’antica, perché nobilitata dall’insegnamento di Cristo”.

Dopo Carlomagno, un secondo gruppo di intellettuali continuò sviluppandola, questa “rinascita” sotto Ludovico il Pio e Carlo il Calvo. Ne furono protagoniste, insieme al Palazzo, le nuove abbazie. Pur senza esagerarne il valore, bisogna riconoscere che l’attività intellettuale carolingia ha costituito una delle basi della cultura europea. Alcune delle riforme realizzate da Carlomagno e dai suoi consiglieri hanno avuto notevole importanza. È il caso della riforma della scrittura. La nuova scrittura - la *minuscola carolina* - era chiara, regolare, elegante, più facile da leggere e da scrivere. È stato detto che essa è stata la prima scrittura europea. Nell’intensa attività di trascrizione di manoscritti negli *scriptoria* monastici, di pertinenza regale o episcopale, Alcuino introdusse un nuovo elemento di chiarezza, la punteggiatura. Carlomagno fece anche emendare il testo delle Scritture. Questa cura della correttezza che animerà la grande attività di esegesi biblica nell’Occidente medievale era una preoccupazione importante che conciliava il rispetto del testo sacro originale e la legittimità degli emendamenti conseguenti ai progressi delle conoscenze e dell’istruzione¹⁸¹.

L’ideologia carolingia ha soprattutto messo in risalto il lavoro agricolo alla base di tutto. Ma, per la prima volta dall’antichità la Rinascita carolingia ha anche dato uno statuto scientifico alle attività artigianali. Di fronte alle *artes liberales* s’affermano su un piano di parità le attività artigianali e tecniche. Dalla fine del secolo X, appare nella letteratura dell’Occidente medievale un nuovo schema della società, risorgenza dello schema indoeuropeo tradizionale, quello della società trifunzionale o tripartita, composta da uomini di preghiera, di guerra e di lavoro: *oratores*, *bellatores* e *laboratores*. Il nuovo schema consacra la penetrazione ideologica del mondo dei lavoratori che si è già affermato nell’economia e nella società: v’è una promozione ideologica e mentale del lavoro e dei lavoratori. Valorizzazione ambigua ancora poiché il lavoro è esaltato soprattutto per accrescere il rendimento e la docilità dei lavoratori. Ma certamente già questa valorizzazione è il risultato della pressione dei lavoratori sulla ideologia e la mentalità medievali¹⁸².

I decenni subito dopo l’anno Mille sono un periodo essenziale per la ristrutturazione sociale e politica dello spazio della cristianità, una ristrutturazione che ha lasciato segni profondi nell’organizzazione territoriale dell’Europa. Data l’importanza del castello feudale in questa nuova organizzazione, gli storici hanno parlato di “incellulamento” le cui cellule fondamentali sono in primo luogo il castello, e poi: la signoria, il villaggio, la parrocchia. La signoria designa il territorio dominato dal castello e che ingloba le terre e i contadini di cui il signore è padrone. La signoria comprende quindi terre, uomini, rendite, ottenute dallo sfruttamento delle terre e dai canoni dei contadini. Essa comprende inoltre un insieme di diritti che il signore esercita in virtù del suo diritto giurisdizionale.

Da un lato si radica una società feudale in cui il potere centrale, che poteva ancora illudersi di avere la meglio con i Carolingi, svanisce a vantaggio della frammentazione dell’esercizio del potere da parte dei signori, che usurpano i diritti detti “regali”, il diritto di battere moneta, il diritto di amministrare la giustizia e di esigere le tasse. Dall’altro lato, dopo il declino dell’effimero tentativo carolingio, i popoli della cristianità si sforzano di riunirsi intorno a capi centrali che trovano il modo di conciliare quel tanto di potere che resta loro con la frammentazione feudale. Si è insistito tradizionalmente sulla presunta

¹⁸⁰ Carlomagno fece venire dalla Nortumbria Alcuino perché diventasse il suo ministro per l’istruzione; tra le altre riforme essenziali, Alcuino promosse la fondazione di scuole annesse alle cattedrali più importanti.

¹⁸¹ Le Goff, Jacques (2009), op. cit., pp. 45-50.

¹⁸² Le Goff, Jacques (2000), op. cit., pp. 90-91.

incompatibilità tra uno Stato centralizzato e il sistema feudale. La realtà, più sfumata, ha visto l'imporsi di entità politiche di compromesso, quelle che si possono chiamare le monarchie feudali. Al di sopra dei re che si trovano al vertice di queste monarchie, la cristianità dell'epoca feudale riconosce due poteri superiori: quello del papa e quello dell'imperatore¹⁸³.

¹⁸³ **Le Goff, Jacques** (2009), op. cit., p. 88.

IV.2 Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: Teoremi e Enciclopedie

La tecnologia ha sempre costituito un argomento riservato. I Romani acquistarono per secoli, attraverso intermediari, il cosiddetto “acciaio serico”, prodotto in lontane regioni dell’Oriente, senza riuscire a capire non solo il procedimento di produzione, ma neppure la regione di provenienza. Famoso è il caso della seta, che è stata importata dalla Cina per più di un millennio senza che si riuscisse a capirne l’origine. Per quanto riguarda in particolare l’epoca ellenistica, pare che Strabone riferisca che a Rodi, a Cizico e a Marsiglia la tecnologia meccanica fosse coperta dal segreto e che probabilmente altrettanto segrete erano le conoscenze di chimica in Egitto. Nei regni ellenistici la riservatezza sui procedimenti tecnologici era favorita dal controllo sulle principali produzioni esercitato dai sovrani e, nei casi dell’Egitto e della Mesopotamia, dall’antica tradizione del controllo esercitato dalla casta sacerdotale sulle produzioni riservate ai templi: un sistema lasciato sopravvivere dai Tolomei nei confronti delle industrie indigene ma affiancato da sistemi diversi di controllo nelle comunità greche. L’idea che gli Antichi avessero posseduto una tecnologia potentissima si è perpetuata attraverso il Medioevo. Poiché una tecnologia in molti casi superiore a quella disponibile nell’Europa medievale era realmente esistente e l’ammirazione per tale tecnologia si riaccende soprattutto nelle epoche e negli ambienti in cui si recuperano opere classiche, è plausibile che all’origine di questa tradizione vi fosse il ricordo di antiche conoscenze. La diffusa contaminazione degli eventuali elementi con base reale con elementi di altra natura, spesso magici¹⁸⁴, ne rende molto difficile l’uso.

In epoca ellenistica iniziarono gli studi di chimica. Questi studi vengono in genere classificati nell’ “alchimia” ma la prima documentazione esistente su ciò che si designa propriamente con il nome di alchimia, e cioè un sincretismo di filosofia naturale greca, magia egizia, riferimenti alla religione ebraica e cristiana, procedimenti artigianali e chimica empirica, è costituita dagli scritti di Zosimo di Panopoli, dell’inizio del IV secolo d. C.: un’epoca in cui in tutti i campi la scienza ellenistica è stata ormai soppiantata da correnti irrazionalistiche. Purtroppo ben poco è rimasto delle opere più antiche su questo argomento e uno dei motivi è suggerito dallo Zosimo, che insiste più volte sul carattere segreto delle conoscenze da lui trasmesse. Sia Zosimo sia gli alchimisti successivi non solo qualificano spesso la propria come arte sacra ma fanno anche esplicito riferimento ad antichi centri religiosi egizi come luogo d’origine delle conoscenze chimiche. Nelle opere alchimistiche si trovano quasi sempre questi tre elementi: nomi greci, elementi di magia egiziana e riferimenti alla religione ebraica. Questa mescolanza greco-ebraico-egizia indica abbastanza chiaramente che il luogo di irradiazione delle conoscenze alchimistiche nella città trilingue di Alessandria.

La scienza e, più in generale, la civiltà ellenistica, dopo essersi sviluppata in modo straordinario nel III secolo a. C., entrò in crisi nel corso del secolo successivo. La ripresa degli studi avvenuta in epoca imperiale portò a un recupero di antiche conoscenze, ma non a nuove teorie scientifiche; lo stesso metodo scientifico fu anzi rifiutato. Il rifiuto dei concetti teorici, fu teorizzato a livello filosofico dagli Scettici. In epoca imperiale, essendosi perduto il concetto di modello teorico, tali enti erano immaginabili solo come oggetti reali; l’alternativa tra “enti corporei” ed “enti incorporei” diveniva così ineludibile. Alcuni di tali enti furono effettivamente materializzati. Ad altri enti, come a quelli della

¹⁸⁴ Due esempi di questo fenomeno nell’ambito dell’ottica sono forniti dalla credenza nel potere magico delle “sfere di cristallo” (originata probabilmente dalle conoscenze relative alle proprietà ingrandenti delle lenti sferiche) e dal nome di “lanterna magica”, con cui si indicò un semplice proiettore che risale almeno agli Arabi.

geometria, fu assegnata una realtà incorporea, respingendo la geometria nell'ambito della concezione platonica che la matematica ellenistica aveva superato.

È nel I secolo a. C. che rinasce l'interesse per Aristotele che, anche a detta di Cicerone, fino ad allora era quasi del tutto ignorato dai filosofi. La Biblioteca di Alessandria sopravvisse alla conquista romana, ma le altre biblioteche ellenistiche furono incluse nel bottino di guerra e furono usate per ornare le ville dei generali vincitori. La fine delle biblioteche dovette avere un effetto non trascurabile sulla crisi della scienza, come dovette averlo la moda, che si diffuse tra gli aristocratici romani, di acquistare Greci colti come schiavi da usare come lettori, pedagoghi e copisti. I Romani, appartenendo ad una cultura prescientifica, erano del tutto estranei alla scienza. Quando Plinio e Seneca, rimangono affascinati dalla lettura di opere scientifiche ellenistiche non ne possono seguire la logica delle argomentazioni e finiscono con l'apprezzarne le conclusioni proprio perché giungono loro inaspettate e meravigliose; credono quindi di potere emulare i loro modelli eliminando i nessi logici o sostituendoli con connessioni che, anche se arbitrarie, sono più facilmente immaginabili e portano più rapidamente al risultato voluto, che è la meraviglia del lettore.

La qualità della scienza dei primi due secoli della nostra era, per quanto bassa rispetto a quella del primo ellenismo, è molto alta se misurata con il metro dei periodi successivi. Successivamente in quelli che erano stati i centri dell'ellenismo prendono definitivamente il sopravvento correnti irrazionalistiche. Le conoscenze chimiche, contaminate da elementi magico-religiosi, danno origine all'alchimia e le conoscenze astronomiche sopravvissute vengono usate come linguaggio utile per la formulazione degli oroscopi. La scienza è soppiantata dalle nuove pseudoscienze, che almeno dal punto di vista dell'interesse pubblico, da allora non hanno più ceduto la loro posizione di predominio. La filosofia ellenistica è ormai divenuta incomprensibile e l'interesse si rivolge verso autori sempre più lontani nel tempo: all'interesse per Aristotele e per Platone, che era iniziato a formarsi nel I secolo a. C., si aggiunge e si sovrappone l'interesse per Pitagora. Grazie al ritorno alla numerologia, propugnato dai Neopitagorici, anche la matematica è inserita in un ambito di pensiero dominato dall'irrazionalismo. Anche le contaminazioni di antiche tradizioni con residui scientifici finirono con l'avere vita difficile e ogni residuo dell'antica cultura fu infine distrutto. Il Serapeo, che era stata la prima biblioteca pubblica, fu fatto demolire dal patriarca di Alessandria, Teofilo, nel 391. Nel 415, Ipazia, ultima commentatrice di opere scientifiche ad Alessandria, fu linciata¹⁸⁵.

L'alto Medioevo - che comincerà poche decine d'anni dopo - si presenta come una società rurale e militare, ripiegata su se stessa, dominata da due classi: l'aristocrazia militare e terriera e il clero, anch'esso grande proprietario di terra.

La scomparsa del lavoro e dei lavoratori nell'universo simbolico fu il riflesso di ciò che accadeva nella società. Ci fu una regressione tecnica, con una conseguenziale quasi scomparsa del lavoro specializzato. Così si ridusse la nozione di lavoro a quella di lavoro manuale e di questo al lavoro rurale. La maggior parte degli artigiani sono prima rurali, poi schiavi poi servi demaniali.

Un duplice disprezzo colpisce allora la maggior parte dei mestieri. Uno si riferisce all'attività del servo, erede in questo dello schiavo¹⁸⁶. Questo disprezzo infine tocca tutta la classe dei *laboratores*, dei lavoratori - tutta l'accozzaglia degli strati inferiori, per opposizione agli strati superiori - *oratores* e *bellatores* - quelli che pregano, quelli che combattono, cioè prelati e cavalieri. Tra le due classi dominanti tuttavia non c'è uguaglianza. In questo mondo ierocratico, il clero fa sentire all'aristocrazia laica la

¹⁸⁵ Russo, Lucio (2008), op. cit., pp. 164-279.

¹⁸⁶ La lunga lista delle *opere servili*, accanto ai lavori rurali - che beneficiano malgrado tutto dell'aureola che circonda il mondo agrario - umilia i mestieri dell'artigianato servile.

distanza che li separa. Solo il clero è senza macchia. Riguardo ai signori laici ostenta un certo disgusto per il mestiere militare, per lo spargimento di sangue, palesa un certo antimilitarismo. Vestito di purezza e di candore, esso denuncia gli uomini dalle mani rosse, che sono a un tempo alleati e concorrenti. È inoltre impossibile parlare degli atteggiamenti riguardo a qualsiasi forma di lavoro senza evocare il lavoro manuale, vale a dire, nel Medioevo, il lavoro agricolo¹⁸⁷. Così l'evoluzione sociale - soprattutto per quanto riguarda il prestigio relativo conferito dallo *status* - risulterà sfavorevole ai lavoratori: c'è una scomparsa progressiva degli artigiani e dei contadini liberi¹⁸⁸ e una preminenza valoriale di segno positivo attribuita agli "oziosi": i guerrieri e chierici. Segue l'elogio della vita contemplativa¹⁸⁹. La legislazione barbarica¹⁹⁰ riserverà al lavoro, alle tecniche e ai lavoratori, salvo alcune eccezioni, il posto in fondo alla scala del prestigio connesso allo *status*.

L'ideologia dell'alto Medioevo dunque non è favorevole al lavoro. Una triplice eredità sfavorevole pesa allora sull'atteggiamento mentale verso il lavoro: l'eredità greco-romana modellata da una classe che vive del lavoro degli schiavi e si inorgoglisce dell'*otium*; l'eredità barbarica di gruppi di guerrieri abituati a trarre una parte notevole delle loro risorse dal bottino e in ogni caso a privilegiare la vita militare; ma la più influente, in questa società cristianizzata, è l'eredità giudeo-cristiana che mette l'accento sul primato della vita contemplativa, che considera come un peccato, una mancanza di fiducia dell'uomo in Dio, non attendere dalla Provvidenza il soddisfacimento dei propri bisogni materiali. Certamente san Benedetto esige nella Regola che porta il suo nome la pratica del lavoro manuale, ma si tratta di una forma di penitenza, di una obbedienza alla legge espiatrice imposta all'uomo in conseguenza del peccato originale. Non bisogna dunque lasciarsi ingannare sulle motivazioni che inducevano i monaci a svolgere un lavoro manuale o a fabbricare magari delle "macchine". Come ha ricordato Marc Bloch¹⁹¹, il ricorso al "macchinismo" non era per i monaci che un modo di rendersi disponibili per il più importante, per l'essenziale, cioè l'*opus Dei*, la preghiera, la vita contemplativa. Lungi dall'essere un'installazione consueta, il mulino era una rarità, una curiosità e la sua costruzione ad opera dei monaci passava agli occhi dei contemporanei come una prova del sapere quasi soprannaturale, quasi taumaturgico dei monaci più che un esempio della loro abilità tecnica. Soprattutto il senso di questo lavoro monastico è penitenziale. Proprio perché, il lavoro manuale è legato alla caduta, alla maledizione divina e alla penitenza, i monaci, penitenti di professione, penitenti per vocazione, penitenti per eccellenza, devono dare quest'esempio di mortificazione. Ma quali che siano i motivi, il fatto stesso che il modello più alto di perfezione cristiana, il monaco, si dedichi al lavoro fa ricadere su quest'attività una parte del prestigio sociale e spirituale di colui che lo pratica. Lo spettacolo del monaco al lavoro impressiona i contemporanei in favore del lavoro. Il monaco che si umilia lavorando, nobilita il lavoro¹⁹².

L'impronta del monachesimo sui costumi europei è particolarmente forte. Esso inizia la società cristiana all'uso dell'organizzazione del tempo. I monaci recitano infatti tutti insieme delle preghiere, di giorno e di notte a ore determinate, le otto ore monastiche o canoniche. I monaci introducono anche all'esterno della società monastica un nuovo ritmo di vita: la combinazione e l'alternanza tra lavoro e tempo libero, tra preghiera e *otium*.

¹⁸⁷ Lavoro umile destinato ad assicurare la semplice sussistenza; a ciò infatti si riduce essenzialmente il lavoro umano in quest'alba da cui emerge con difficoltà la società medievale.

¹⁸⁸ Da cui il consolidamento della nozione di *opus servile*.

¹⁸⁹ L'eredità greco-romana è qui evidente.

¹⁹⁰ Il sistema di valutazione quantitativa del *Wergeld* permette di stilare una scala dei valori sociali e dei loro fondamenti ideologici.

¹⁹¹ Per approfondimenti, **Bloch, Marc** (1972), *Lavoro e tecnica nel medioevo*, Laterza, Bari.

¹⁹² **Le Goff, Jacques** (2000), op. cit., pp. 67-84.

L'influenza del cristianesimo è particolarmente importante nel campo della misurazione del tempo. Questa riorganizzazione della misura del tempo influenzò anche le abitudini quotidiane. L'Occidente conobbe nel VII secolo una novità di grande rilievo, l'introduzione delle campane e la costruzione di campanili. Le ore della giornata continuavano ad essere incerte, affidate al giudizio dei monaci, ma la loro scansione era ascoltata ora ovunque in città e in campagna; la misurazione e la diffusione sonora del tempo costituirono una novità fondamentale. Il riordinamento dello spazio da parte del cristianesimo non fu meno importante di quello relativo alla misura del tempo. La nuova organizzazione si sostanziò nella divisione in diocesi¹⁹³.

Un altro fattore di fondamentale importanza per l'affermazione della cultura cristiana, passava attraverso quello che può essere considerato un nuovo iter educativo. I cristiani ebbero in comune molte tradizioni culturali con i loro vicini pagani e i loro concittadini. Ciò era dovuto soprattutto alla *paideia*, una sorta di comune patrimonio di educazione e di civiltà, che offriva un'antica, quasi proverbiale, guida (ricavata dalla storia e dalla letteratura greca) per la soluzione di importanti problemi che nessun notevole - cristiano o politeista, vescovo o laico - poteva permettersi di ignorare: sulle buone maniere, sull'uso prudente dell'amicizia, sul controllo dell'ira, sulla calma e sull'arte della persuasione quando ci si trovava di fronte a una violenza ufficiale.

L'eredità greca - soprattutto per quanto riguarda la filosofia -, seppure condivisa per diversi secoli, portava con sé anche dei problemi: poiché provenivano da retroterra culturali diversi, i padri della Chiesa greci, che plasmarono in modo significativo l'atteggiamento dei cristiani nei confronti della filosofia pagana, non avevano affatto le stesse idee sull'argomento. Alcuni erano ostili alla filosofia ed alla scienza, perché preoccupati dei loro effetti, potenzialmente eversivi sulla fede. Già alla fine del II secolo e nella prima metà del III, altri apologeti cristiani erano giunti a conclusioni del tutto diverse, sostenendo, invece, che il cristianesimo poteva utilmente giovare della filosofia e della cultura del paganesimo greco. I filosofi greci non erano, in sé, né buoni né cattivi, ma erano l'una e l'altra cosa secondo il modo in cui venivano utilizzati dai cristiani. La filosofia e, più in generale, la cultura laica potevano essere utilizzate per aprire la strada alla sapienza cristiana, che era frutto della rivelazione. La filosofia e la scienza potevano essere studiate come "ancelle della teologia", cioè come a un aiuto alla comprensione delle Sacre Scritture. In tal modo, la scienza veniva considerata come uno studio preparatorio per l'accesso alle discipline superiori, concernenti le Scritture e la teologia. La concezione ancillare della cultura greca ebbe ampia diffusione e diventò l'atteggiamento costante dei cristiani nei confronti della cultura laica. L'accettazione, sia pur limitata, della cultura greca da parte dei cristiani fu una decisione di grandissimo rilievo. Forse ciò fu dovuto alla lenta diffusione del cristianesimo. Dopo quattro secoli nei quali avevano vissuto come appartenenti ad una ben precisa religione, i cristiani avevano imparato a convivere con la cultura greca e a utilizzarla a loro vantaggio. La loro educazione era stata fortemente condizionata dalla letteratura e dalla filosofia pagana, sia latina che greca. Molti convertiti al cristianesimo, tra cui Sant'Agostino, erano impregnati di cultura pagana, che era parte integrante del loro ambiente sociale e culturale. La teoria ancillare rappresentava ovviamente un compromesso tra il rifiuto della cultura pagana tradizionale e la sua piena accettazione. Avvicinandosi con cautela alla cultura laica, i cristiani potevano utilizzare la filosofia greca - soprattutto la metafisica - per meglio comprendere e spiegare le Sacre Scritture e affrontare le difficoltà insite nella dottrina della Trinità e in altri dogmi esoterici. Anche la comune vita quotidiana esigeva l'uso di alcune scienze mondane come l'astronomia e la matematica. I cristiani si resero conto che

¹⁹³ Le Goff, Jacques (2009), op. cit., pp. 32-33.

non potevano voltare le spalle alla cultura greca. Ma non pochi erano coloro che diffidavano dalla scienza e dalla filosofia greche, che contenevano idee e concetti contrari alla dottrina cristiana¹⁹⁴.

Per quanto riguarda la conoscenza laica, c'era nell'antichità, così come ai giorni nostri, un pubblico di persone colte interessate al mondo fisico, ma poco competenti o poco disposte ad affrontare la lettura di ponderosi trattati scientifici di natura teorica e astratta. Per venire incontro alle esigenze di questo genere di persone, i divulgatori scientifici semplificavano e rendevano accessibili a un più largo pubblico le conclusioni a cui erano giunte le scienze esatte e la filosofia naturale, che venivano poi incorporate nei prontuari e nei manuali. Quando, dopo la conquista della Grecia, i romani entrarono in contatto con la loro cultura nel corso dei secoli I e II a. C., la tradizione manualistica greca era già ben consolidata e i suoi trattati erano perfettamente idonei a soddisfare gli interessi culturali dei Romani, i quali, pur ammirando le conquiste intellettuali della Grecia, mostravano scarso interesse per la scienza teorica e astratta. Quando i romani colti, seguendo i dettami della moda, presero conoscenza dei risultati della scienza greca, il metodo manualistico era pronto a venire incontro ai loro bisogni. I romani che conoscevano il greco consultavano direttamente i manuali in greco, ma la grande maggioranza dei romani poté accedere a quelle conoscenze solo attraverso traduzioni o compendi in lingua latina. Ben presto alcuni autori latini cominciarono a compilare propri manuali scientifici. Come s'è già notato, data la complessità della scienza greca, questi erano ricchi di confusioni, incoerenze e fraintendimenti: molti di questi enciclopedisti non avevano alcuna conoscenza diretta dei grandi autori scientifici del passato, e si limitavano a ripetere - e spesso a distorcere - ciò che precedenti compilatori avevano già detto, ricavandolo - e distorcendolo - dai propri predecessori.

Durante i secoli V e IV a. C. si formarono delle discipline definite le "sette arti liberali". Un gruppo di queste di carattere "sermocinale", (grammatica, retorica e logica, o dialettica) costituiva il *trivium*, l'altro, basato sulla conoscenza del numero, (aritmetica, geometria, astronomia e musica) costituiva il *quadrivium*. Esse furono concepite nella Grecia classica e venivano ritenute arti liberali, cioè discipline il cui insegnamento era degno di essere impartito a giovani uomini liberi. Il numero di tali arti variò, tuttavia, nel corso del tempo, fino a quando si stabilizzò all'epoca degli enciclopedisti latini, quando esse assunsero il numero canonico di sette. Furono gli enciclopedisti latini che coniarono i termini di *trivium* e *quadrivium* e dettero alle sette arti liberali la forma che avrebbero assunto nel tardo Medioevo. Alla fine del VII secolo le sette arti liberali erano già considerate il fondamento della migliore educazione. Il nucleo essenziale del sapere scientifico allora esistente (se veramente si può parlare di un sapere scientifico) era incorporato nel *quadrivium*. Le quattro scienze matematiche che ne facevano parte ricevettero la loro forma sintetica e definitiva dagli enciclopedisti latini¹⁹⁵. Come si è già notato, gli studiosi vissuti nei primi secoli del Medioevo ricavavano la maggior parte delle loro nozioni di scienza e di filosofia naturale dagli enciclopedisti latini: le loro informazioni provenivano in larga misura dalla tradizione manualistica greca e latina. Molto spesso quegli studiosi non capivano i materiali che leggevano, ma li copiavano ugualmente, o li parafrasavano, nei loro trattati. Nonostante i loro difetti, gli enciclopedisti

¹⁹⁴ Grant, Edward (2001), op. cit., pp. 10-13.

¹⁹⁵ Le sette arti liberali costituivano il nucleo fondamentale dell'insegnamento impartito nelle scuole cattedrali nei secoli XI e XII via via che nuove ricchezze intellettuali, provenienti dal mondo islamico, facevano il loro ingresso in Europa. Con l'emergere delle università nella seconda metà del secolo XII e nel XIII, le arti liberali conobbero una grande espansione man mano che quelle istituzioni in via di sviluppo assorbivano la nuova cultura. Nelle università l'accento cadeva ormai sulla filosofia naturale e sulla teologia, rispetto alle quali le arti liberali, nella misura in cui esistevano ancora, costituivano degli argomenti preparatori. Per approfondimenti, vedi qui **V Capitolo**.

latini svolsero una funzione vitale: senza il loro contributo, il mondo del primo Medioevo non avrebbe potuto disporre neppure di quelle magre conoscenze. Gli enciclopedisti fornirono al mondo tardo antico e alla società del primo Medioevo quella che è stata chiamata una “scienza popolare”. Anche oggi esiste una scienza popolare, talvolta di bassa qualità, talaltra di ottimo livello. C’è, però, una decisiva differenza fra la nostra attuale società e quella del mondo tardo antico e del primo Medioevo nell’Occidente di lingua latina: la scienza teorica e sperimentale su cui si basa la nostra scienza popolare era allora assente. In quel periodo storico, nell’Occidente latino la scienza popolare coincideva quasi interamente con la scienza. Era incorporata nelle discipline del *quadrivium* descritte dagli enciclopedisti, i quali meritano tutta la nostra gratitudine per lo sforzo compiuto per salvaguardare i resti della scienza antica¹⁹⁶.

Tra le compilazioni enciclopediche che esercitarono maggiore influenza v’era la *Storia naturale* di Plinio (23-79 d. C.), sopravvissuta come libro di testo per tutto l’alto Medioevo. Vi si citavano circa cinquecento fonti. Prendendo le mosse dal sistema cosmologico generale, passava alla geografia, all’antropologia, alla fisiologia e alla zoologia, alla botanica, all’agricoltura e all’orticoltura, alla medicina, alla mineralogia e alle belle arti. Fino al XII secolo, quando cominciarono a diffondersi nell’Europa occidentale traduzioni di opere greche ed arabe, quella di Plinio fu la più ampia raccolta conosciuta di osservazioni naturali, e ad essa attinse tutta una serie di autori posteriori. La matematica e la logica dell’Occidente latino si basavano sull’opera di Boezio (VI secolo), che fece per queste materie ciò che Plinio aveva fatto per la storia naturale. La conoscenza della matematica si limitò in massima parte all’aritmetica. Cassiodoro (490-580), trattò di matematica solo in modo molto elementare. Un altro dei compilatori dell’alto Medioevo che contribuì a mantener vivo il sapere dei Greci nell’Occidente latino fu un visigoto, il vescovo Isidoro di Siviglia (560-636). Dal VII secolo in poi l’Occidente latino dovette affidarsi, per la conoscenza scientifica, quasi esclusivamente a queste compilazioni, alle quali si aggiunsero quelle del Venerabile Beda (673-735), di Alcuino di York (735-804) e del tedesco Rabano Mauro (776-856), che attinsero tutti liberamente ai predecessori.

Un progresso importante si era verificato negli studi dell’Occidente latino tra i tempi di Plinio e il XII secolo: l’assimilazione del neoplatonismo. Fu un fatto di importanza capitale, poiché fornì la base alle concezioni cosmologiche correnti fino alla seconda metà del XII secolo. Sant’Agostino (354-430) fu il tramite principale attraverso cui le tradizioni del pensiero greco passarono nelle meditazioni del cristianesimo latino, e Sant’Agostino fu profondamente influenzato da Platone e da neoplatonici come Plotino (203-270 d. C.). Agostino si propose soprattutto di trovare una base certa di conoscenza e la rintracciò nella concezione delle idee eterne qual era esposta dai neoplatonici, e dallo stesso Platone nell’allegoria pitagorica del *Timeo*. Secondo questa scuola, le forme o idee eterne, esistono di per sé distinte dall’oggetto materiale. La mente umana è anch’essa un’essenza eterna formata in modo da poter conoscere le altre. Nel processo della conoscenza, gli organi di senso forniscono solo lo stimolo che sprona la mente a cogliere le forme universali costituenti l’essenza dell’universo. Una classe importante di tali forme è la matematica. Nel IX secolo certi dotti come Giovanni Scoto Eriugena (m. 877) tornarono a sottolineare l’importanza di Platone. Personalmente Eriugena dimostrò scarso interesse per il mondo naturale e, sembra, si rifece per la sua documentazione esclusivamente a fonti letterarie; ma il fatto che tra queste annoverasse Platone, per il quale anche sant’Agostino ebbe una così marcata predilezione, dette per circa quattrocento anni all’interpretazione dell’universo un carattere platonico o neoplatonico, anche se soltanto con lo sviluppo della

¹⁹⁶ Grant, Edward (2001), op. cit., pp. 28-31.

scuola di Chartres, nel XII secolo, si diede particolare importanza alle parti più propriamente scientifiche del *Timeo*¹⁹⁷.

La Bibbia è considerata ed utilizzata nel Medioevo come un'enciclopedia che racchiude tutto il sapere che Dio ha trasmesso all'uomo. Dopo le eredità del mondo antico, la cristianizzazione è il secondo strato decisivo dell'Europa medioevale.

¹⁹⁷ Crombie, A. C. (1970), op. cit., pp. 10-27.

IV.3 Configurazioni narrative: il Matematico ed il Monaco

Probabilmente, nella nascita della scienza ellenistica, ha svolto un ruolo importante il nuovo tipo di relazioni instauratesi tra i Greci e le antiche civiltà egiziana e mesopotamica. La tradizione della cultura greca, che nel periodo classico, oltre alla storiografia, il teatro, la democrazia politica e i capolavori della letteratura e dell'arte che tutti conoscono, aveva creato la filosofia naturale, fu ovviamente essenziale. Ma cosa avevano da imparare i creatori di questa stupenda civiltà dagli Egizi? È importante rendersi conto del fatto che, nonostante tutte le conquiste della cultura greca, i Greci dell'età classica erano ancora inferiori agli abitanti dell'Egitto e della Mesopotamia dal punto di vista tecnologico: la cosa è del resto del tutto naturale. Trattandosi, sia per la Grecia classica sia per l'Egitto e la Mesopotamia, di civiltà in cui lo sviluppo della tecnologia avveniva essenzialmente per lenta accumulazione, i millenni durante i quali la civiltà egiziana e mesopotamica avevano accumulato conoscenze empiriche trascrivendole e tramandandole le avevano rese insuperabili, a meno di un salto di qualità metodologico. Le tradizioni delle civiltà più antiche, con le quali da secoli erano stati in contatto, avevano sempre attirato l'interesse dei Greci. Non a caso l'inizio della matematica ellenica era attribuito a Talete e a Pitagora, di entrambi i quali si diceva che fossero stati in Egitto (e di Pitagora anche in Oriente). Ma ora il contatto divenne molto più stretto¹⁹⁸. I Greci trasferitisi nei nuovi regni sorti dalla conquista di Alessandro dovettero gestire e controllare economie e tecnologie più sviluppate, alle quali non erano abituati, con la guida dei raffinati metodi di analisi razionale sviluppati negli ultimi secoli della tradizione culturale. In questa situazione nacque la scienza. L'applicazione del metodo scientifico richiede la capacità di usare contemporaneamente due diversi livelli di discorso (uno interno alla teoria e l'altro riguardante gli oggetti concreti) e di passare da un livello all'altro con "regole di corrispondenza". Sembra suggestiva la congettura che questa capacità sia favorita, nei territori appartenuti all'impero di Alessandro, dalla contemporanea presenza di due culture e dall'abilità sviluppata dai Greci immigrati di usarle entrambe, in particolare inquadrando nei propri schemi concettuali il gran numero di conoscenze empiriche trasmesse nelle culture egiziana e mesopotamica¹⁹⁹. Un esempio della capacità della scienza ellenistica di fornire un quadro razionale entro il quale le conoscenze delle antiche civiltà potessero essere utilizzate e valorizzate ci è offerto dall'organizzazione, sotto i Tolomei, della regolazione delle piene del Nilo. Si trattava di un immane lavoro di ingegneria idraulica sul quale la civiltà egiziana aveva accumulato esperienze millenarie; anzi era stato il problema che aveva motivato la nascita stessa dell'Egitto come Stato unitario. I Tolomei organizzarono i lavori necessari utilizzando molti esperti egiziani, ma affidando la direzione del settore ad ingegneri greci²⁰⁰.

L'integrazione fra civiltà diverse, l'una in possesso dell'*epistēmē* e l'altra della *téchnē*, ha ricomposto quella frattura tipica della dualità oppositiva che caratterizzò il pensiero greco classico, probabilmente determinando uno sblocco del pensiero tecnico e la possibilità della nascita di una scienza sperimentale. A corroborare quest'ipotesi, c'è un altro dato: la schiavitù che tanta parte ebbe nella formazione dell'universo simbolico del Filosofo greco, nel regno dei Tolomei non aveva affatto l'importanza né le caratteristiche che ebbe nella

¹⁹⁸ Va però osservato che le interazioni tra i Greci e i territori degli antichi imperi si erano intensificate nel corso del IV secolo, anche grazie ad un'intensa immigrazione, e che quindi l'intensificazione dei contatti di cui si parla in qualche misura (difficile da precisare) aveva preceduto l'impresa di Alessandro, contribuendo a motivarla.

¹⁹⁹ Si noti incidentalmente che un analogo uso contemporaneo di due diverse culture (quelle della propria gente e quella del paese in cui si vive) caratteristico, nell'età moderna, del popolo ebraico, cui anche dobbiamo molti dei principali risultati scientifici.

²⁰⁰ Russo, Lucio (2008), op. cit., pp. 46-49.

Grecia classica e a Roma. Non erano impiegate masse di schiavi né in agricoltura, né in miniera. Anche gli operai che lavoravano nei frantoi statali erano liberi e non erano usati come schiavi neppure nella marina da guerra. La schiavitù era essenzialmente usata in ambito domestico insieme a uomini liberi ed ambedue le categorie ricevevano compensi in denaro. Questo fece sì, secondo la mia analisi, che le categorie del pratico, dell'utilitario e del manuale non vennero definite come disvalori. Sul piano del prestigio, sperimentare nuove applicazioni tecnologiche e dunque prestarsi a pratiche manuali, non costituiva perdite di *status*. Venne dunque a cadere nel periodo ellenistico, seppur per breve tempo, la contrapposizione tra *vita activa* e *vita contemplativa*, contrapposizione che, come si è già visto e come si vedrà in seguito²⁰¹, caratterizzò profondamente il pensiero greco classico ed il pensiero medievale.

Lo sviluppo scientifico ellenistico fu interrotto violentemente dalla conquista romana. Si vedrà come, nella Rivoluzione scientifica del XVII secolo, un ruolo importante fu svolto dal recupero delle antiche conoscenze scientifiche e tecnologiche.

Fu questa configurazione narrativa che permise l'affermazione del Matematico alessandrino.

Vediamo ora come si caratterizza quella del Monaco.

Per varie ragioni - fra le quali vanno ricordate la lotta per la successione imperiale (che portò alla divisione dell'impero in una *pars occidentis* e in una *pars orientis*), la decadenza economica provocata dalla progressiva scomparsa del commercio e dall'eccessiva pressione fiscale, e le massicce migrazioni ed invasioni delle popolazioni germaniche e celtiche in territori prima dominati da Roma - la maggior parte dei centri urbani dell'Europa occidentale subirono un grave declino a partire approssimativamente dal secolo IV sino al secolo IX: un periodo storico che abbraccia il tardo impero romano e l'alto Medioevo. Col declino delle città, l'istruzione e il sapere si rifugiarono, in gran parte, nei grandi e piccoli monasteri sorti nelle aree rurali d'Europa.

I monasteri, oltre ad avere assolto la fondamentale funzione della conservazione della riserva sociale di conoscenza, provocarono, attraverso la condotta esistenziale che si svolgeva al loro interno, mutamenti fondamentali dell'*habitus* psichico.

L'applicazione di metodi di pensiero quantitativi allo studio della natura ebbe infatti la sua prima manifestazione nella misurazione regolare del tempo; ed il nuovo concetto meccanico di questo sorse in parte dalle regole di vita del monastero. Alfred North Whitehead²⁰² ha sottolineato l'importanza nel pensiero scolastico della fede in un Universo ordinato da Dio, come uno dei fondamenti della fisica moderna, ma dietro questa fede vi era la presenza dell'ordine nelle istituzioni della Chiesa stessa. La tecnica del mondo antico era stata tramandata da Costantinopoli a Bagdad alla Sicilia ed a Cordova; da qui l'antica preminenza di Salerno nei progressi della medicina e della scienza del Medioevo. Fu però nei monasteri dell'Occidente che si manifestò per la prima volta il desiderio di un ordine e di un potere che non fosse quello espresso nella dominazione militare su uomini più deboli, dopo la lunga incertezza e la sanguinosa confusione che avevano seguito la caduta dell'impero romano. Fra le mura dei monasteri vi era il santuario, le regole dell'ordine eliminavano la sorpresa, il dubbio, il capriccio, l'irregolarità. Contro le incerte fluttuazioni e pulsazioni della vita del mondo vi era la ferrea disciplina della regola. Il monastero era la sede di una vita regolare, ed uno strumento che scandisse le ore o che ricordasse al campanaro che era tempo di far suonare le campane era un prodotto quasi inevitabile della sua vita. Se l'orologio meccanico non apparve fino a che le città del tredicesimo secolo non sentirono la necessità di porre una

²⁰¹ Per approfondimenti, vedi qui **V e VI Capitolo**.

²⁰² Per approfondimenti, **Whitehead, Alfred N. (1979)**, op. cit.

regola alle loro giornate, l'abitudine stessa all'ordine e la precisa regolamentazione degli intervalli di tempo era diventata quasi una seconda natura nel monastero²⁰³.

La vita quotidiana - nell'alto Medioevo - è dominata ancora dai fenomeni naturali, dall'alba e dal tramonto e la giornata è scandita, piuttosto che misurata, dalla suoneria delle campane che annunziano le "ore", le ore dei servizi religiosi ben più di quelle dell'orologio. Si deve insistere sull'importanza sociale di questa successione regolata degli atti e delle cerimonie della vita religiosa, la quale, soprattutto nei monasteri, assoggettava la vita al ritmo rigido del culto cattolico; ritmo che chiedeva e addirittura esigeva la divisione del tempo in intervalli strettamente determinati e che dunque ne implicava la misurazione. Nei monasteri e per i bisogni del culto sarebbero nati e si sarebbero propagati gli orologi, e sarebbero queste abitudini della vita monastica, l'abitudine di conformarsi "all'ora", che diffondendosi attorno alle mura del convento avrebbero impregnato e informato la vita cittadina facendola passare dal piano del tempo vissuto a quello del tempo misurato. C'è indubbiamente del vero, e anche molto di vero in questa interpretazione che vede l'imposizione dell'ordine e la schiavitù della regola imporsi sull'uomo naturale. Eppure, non ci dobbiamo ingannare: l'ordine e il ritmo non sono la misura, il tempo scandito non è il tempo misurato. Dirà Koyrè: "Siamo sempre nel pressappoco, nel più o meno"²⁰⁴: la concezione ciclica del tempo permeava ancora le pratiche sociali vigenti nelle diverse comunità: prevaleva nella vita quotidiana un tempo che possiamo definire "concreto": erano i ritmi naturali a definire nella loro essenza i ritmi del tempo sociale.

In questo mondo del "pressappoco", la considerazione della funzione tecnica, che passa giocoforza attraverso l'attribuzione di valore che viene conferita alle categorie del pratico - e quindi in ultima analisi al prestigio legato al lavoro - costituisce un ulteriore considerevole blocco al possibile sviluppo della conoscenza scientifica. Qui ha un ruolo profondo l'influenza del cristianesimo.

Questo, infatti, - che impregna completamente l'universo simbolico medievale - è un prodotto sincretico di una duplice eredità di cultura e di mentalità: l'eredità giudaica e l'eredità greco-romana, ideologicamente dominate dalla supremazia morale delle attività originali degli antenati. I mestieri non agricoli non incontrano alcun favore agli occhi di questi discendenti di agricoltori e di pastori, e la Chiesa riprenderà spesso gli anatemi di un Platone o di un Cicerone, interpreti delle aristocrazie terriere dell'antichità. Le professioni lucrative sono colpite in nome del *contemptus mundi*, del disprezzo del mondo che ogni cristiano deve manifestare. Più generalmente v'è nel cristianesimo una tendenza a mettere sotto accusa ogni *negotium*, ogni attività secolare, e a privilegiare un certo *otium*, un ozio che è fiducia nella Provvidenza. Più specificatamente ancora, l'uomo deve lavorare a immagine di Dio. Il lavoro di Dio è la creazione. Ogni professione che non sia creativa è dunque infame o inferiore. Perciò è condannato il mercante, in quanto non crea nulla. È questa una struttura mentale essenziale della società cristiana, nutrita di una teologia e di una morale fiorite in regime precapitalista. L'ideologia alto-medievale è materialista nel senso stretto. Ha valore solamente la produzione di materia. Il valore astratto definito dall'economia capitalista le sfugge, le ripugna, è condannato da essa. La società occidentale, in quest'epoca essenzialmente rurale, comprende in un disprezzo quasi generale la maggior parte delle attività che non siano legate direttamente alla terra. Anche il modesto lavoro contadino si trova indirettamente umiliato a causa delle *opera servilia*, i compiti servili proibiti la domenica, e per la distanza a cui si tengono le classi

²⁰³ Mumford, Lewis (2005), op. cit., pp. 28-29.

²⁰⁴ Koyrè, Alexandre (2000), op. cit., pp. 103-104.

dominanti - aristocrazia militare e terriera, clero - da ogni lavoro manuale²⁰⁵. Non bisogna quindi lasciarsi ingannare, a questo riguardo, dalla posizione di San Benedetto e della spiritualità benedettina nei confronti del lavoro. Sotto le due forme attraverso le quali la Regola benedettina lo impone ai monaci - lavoro manuale e lavoro intellettuale -, esso è, conformemente all'ideologia del tempo, una penitenza. Nello spirito benedettino dell'alto Medioevo, la spiritualità del lavoro, semplice strumento di penitenza, e la teologia del lavoro, diretta conseguenza del peccato originale non hanno, in un certo senso, che un valore negativo.

Si ripropone qui una forte opposizione tra la *vita contemplativa* - a cui s'attribuisce valore positivo - e *la vita activa* - a cui s'attribuisce valore negativo²⁰⁶. Certamente alcuni artigiani - o meglio alcuni artisti - sono aureolati di singolare prestigio, laddove la mentalità magica si soddisfa in maniera positiva: l'orefice, il fabbro, lo spadaio. Numericamente essi contano poco: essi appaiono più come stregoni che come tecnici²⁰⁷. Stessa sorte toccherà ad altre innovazioni tecniche: la costruzione del mulino ad opera dei monaci - come si è notato - passava agli occhi dei contemporanei come una prova del sapere quasi soprannaturale, quasi taumaturgico dei monaci più che un esempio della loro abilità tecnica. Il progresso tecnico nell'alto Medioevo è dunque percepito come un miracolo, come un dominio sulla natura che non può avere altra origine che la grazia divina.

L'unica via che il Monaco aveva a disposizione per aspirare ad una vita migliore portava direttamente fuori dal mondo attraverso la via dell'ascesi²⁰⁸. In questo caso una vita migliore sembrava raggiungibile unicamente nell'aldilà e poteva consistere soltanto nella liberazione da ogni cosa terrena; ogni attenzione prestata al mondo ritardava la salvezza promessa. Il Cristianesimo aveva inculcato questo ideale così profondamente negli habitus psichici, sia a livello di vita individuale che come fondamento culturale, da impedire quasi, per molto tempo, di percorrere la via che conduceva al miglioramento e al perfezionamento del mondo stesso. Solo le istituzioni volute da Dio erano buone; il mondo era il male ed è il peccato dell'uomo che tiene il mondo nella miseria. Quest'epoca non conosce, infatti, come stimolo al pensiero e all'azione, la lotta consapevole per migliorare e riformare le istituzioni sociali o politiche. Praticare il proprio mestiere²⁰⁹ in maniera virtuosa è l'unica cosa che possa giovare al mondo, ed anche in questo caso il vero scopo dell'operare resta l'altra vita. Anche dove viene creata una nuova forma sociale, all'inizio la si considera come un ripristino del buon diritto antico o come l'abolizione di abusi tramite una delega data all'autorità a questo preposta. Non hanno in mente un progetto per il futuro, né un ideale. Niente ha così fortemente contribuito a creare quell'atmosfera di pessimismo e di disperazione nei confronti dell'avvenire quanto questa assenza di una volontà collettiva di costruire un mondo migliore e più felice. Nel mondo stesso non c'era alcuna promessa di cose migliori. Chi anelava al meglio e tuttavia

²⁰⁵ Se l'ordine degli *oratores* - i chierici - ha finito coll'ammettere al suo fianco, accordandogli un posto eminente, l'ordine dei *bellatores* - i signori -, si è però inteso con questo nel considerare col più grande disprezzo l'ordine inferiore di *laboratores* - i lavoratori. Il lavoro è così screditato, compromesso con l'indegnità della classe alla quale è riservato. La Chiesa giustifica la condizione del servo, capro espiatorio della società, con la schiavitù al peccato, e l'ignominia del lavoro che definisce la sua condizione con lo stesso peccato originale.

²⁰⁶ Val la pena di sottolineare nuovamente l'associazione mentale tra lavoro e schiavitù da cui emerge un'antitesi tra il lavoro e la libertà; da qui, la nozione di *opus servile*.

²⁰⁷ **Le Goff, Jacques** (2000), op. cit., pp. 57-59.

²⁰⁸ Si vedrà, nel VI Capitolo, come la dottrina protestante rovesci questa concezione: l'ascesi ultramondana dell'alto Medioevo cristiano sarà sostituita dall'ascesi intramondana. Questa sostanziale differenza determinerà spinte all'azione sociale decisive per l'affermazione dell'idea di progresso e per lo sviluppo della produzione sociale di conoscenza scientifica.

²⁰⁹ Si è già visto con quali limitazioni cosmologiche.

non riusciva ad allontanarsi dal mondo e da tutte le sue piaceri, aveva davanti a sé solo disperazione; non trovava in alcun luogo né speranza né letizia; al mondo restava ancora poco da vivere, e in quel poco non c'era che miseria²¹⁰.

Per la maggior parte della persone, nell'alto Medioevo, compresi i laici, l'espressione del pensiero o del sentimento era informata alla religione e ordinata a fini religiosi. Più ancora, tutto l'*habitus* psichico - vocabolario, categorie di pensiero, norme estetiche e morali - era di natura religiosa, e il "progresso" a questo riguardo consisterà - come si vedrà - proprio nella laicizzazione di questi strumenti di cultura. Così, ogni presa di coscienza avviene per e attraverso la religione - a livello della spiritualità. Si potrebbe quasi definire l'*habitus* psichico medievale con l'impossibilità di esprimersi al di fuori di riferimenti religiosi.

La cultura dell'alto Medioevo cristiano ebbe carattere eminentemente teologico e morale. I maestri del cristianesimo si ponevano la domanda: "Che cosa vale la pena di conoscere e di fare?" e si rispondevano: "Val la pena di conoscere e di fare tutto ciò che conduce all'amore di Dio". I primi cristiani continuarono a trascurare la curiosità naturale e sulle prime inclinarono perfino a disprezzare lo studio della filosofia stessa, capace di distogliere gli uomini da un'esistenza gradita a Dio. L'interesse principale dell'osservazione dei fenomeni naturali consisteva nel trovare esempi della verità della morale e della religione. Dallo studio della natura non ci si attendeva di ricavare ipotesi o verità scientifiche generali ma simboli efficaci di realtà morali. La luna era l'immagine della Chiesa che riflette la luce divina, il vento un'immagine dello spirito, lo zaffiro l'immagine della contemplazione divina, mentre il numero 11 andando oltre il 10 che rappresentava i comandamenti, era sinonimo di peccato. La preoccupazione per i simboli si manifesta chiaramente nei bestiari: ci si riferiva copiosamente agli animali come simboli morali. Seppure a volte vi fossero degli uomini che sapevano osservare con molta chiarezza la natura, le osservazioni erano quasi sempre semplici interpolazioni alle allegorie simboliche, che ai loro occhi erano la sola cosa importante²¹¹. Questo eminente interesse per la ricerca dei simboli morali insieme con l'interesse per le virtù magiche ed astrologiche degli oggetti materiali, fu la caratteristica principale dell'impostazione scientifica nell'Occidente cristiano dell'alto Medioevo²¹².

Nel mondo dell'alto Medioevo conoscere e spiegare una cosa per il Monaco significava dimostrare che essa annunciava o significava un'altra cosa.

Un esempio d'interpretazione del mondo della natura inteso come un tutto unico lo ritroviamo nel concetto di corrispondenza tra universo e individuo definito da Mircea Eliade "microcosmo-macrocosmo"²¹³. Questo modello afferma che il rapporto che intercorre tra la vita degli uomini e delle società umane non è nettamente separata dalla vita che anima tutto l'universo, e le stesse forze sacre che generano i ritmi della natura sono percepite come forze pulsanti all'interno della struttura sociale in cui vivono. Mantenere un ordine e un'armonia al loro interno significava dunque anche mantenere quella stabilità e quell'armonia cosmica voluta dagli dèi. Qui sembra contare la possibilità di collocare gli eventi in una determinata posizione nell'ambito di un sistema assolutamente chiuso, al cui interno ogni possibile mutamento, ovviamente indesiderato e da considerarsi comunque temibile, deve essere ricondotto ad un avvenimento (in genere

²¹⁰ **Huizinga, Johan** (2007), op. cit., pp. 55-56.

²¹¹ Non si sottovaluti l'importanza che assunse, nella formazione di questi *habitus* psichici, l'impossibilità d'un'esatta comprensione delle riserve sociali di conoscenza ereditate dal mondo greco ed ellenistico. La "trasformazione" - per esempio - degli enti teorici in oggetti concreti contribuì non poco alla formazione del pensiero magico-mistico.

²¹² **Crombie, A. C.** (1970), op. cit., p.14.

²¹³ Per approfondimenti, **Eliade, Mircea** (2008), op. cit.

un modello reso “esemplare”) già precedentemente verificatosi. È evidente che in una data situazione, ogni idea di sviluppo o di progresso, perde ogni possibile significato²¹⁴. Gli uomini dell’alto Medioevo - e anzitutto gli “intellettuali” - erano infatti posseduti dal bisogno di appoggiarsi sulle *auctoritates* del passato e, in tutti i campi, si impegnavano con tutte le loro forze non a sviluppare o a creare, ma a salvare e a conservare.

Ci troviamo di fronte in questo genere di collettività ad un sistema altamente integrato dove tutto si tiene. L’ordine cosmico è correlato all’ordine sociale, l’immaginario collettivo e quello individuale coincidono, ogni avvenimento riceve la sua spiegazione all’interno di un’ideologia totale che ha risposte su tutto. Tutti gli uomini sono figli di Dio: il microcosmo - come si è già notato - rimanda al macrocosmo. Il rapporto con la natura (l’ordine cosmico) era sostanzialmente uguale. Questa partecipazione ad un insieme da cui gli era difficile distinguersi era ampiamente dimostrato dall’indistinzione molto comune tra sé e la natura, tra l’esterno e l’interno. La natura appariva come un prolungamento del proprio io. Nell’immagine medievale del mondo i termini tra realtà e irrealtà si confusero notevolmente. Ciò fu dovuto, sostanzialmente, all’enorme diffusione della credenza nel soprannaturale che spinse a non discriminare tra realtà e irrealtà o tra realtà normale e realtà anormale. Sull’esperienza che egli quotidianamente attraversava, si era andata accumulando un’enorme quantità di idee e credenze che lo spingevano a confidare anche nella realtà delle cose che non conosceva empiricamente. La realtà naturale si arricchì ai suoi occhi con elementi diversi della cui esistenza apprese a non dubitare, e il suo ambiente divenne un’indiscriminata confusione di elementi reali ed irreali. Si pensava fosse possibile percepire tra la realtà naturale e la realtà sociale una sicura e indubitabile relazione, anche se questa relazione appariva misteriosa. Essa poteva essere attribuita, vagamente, all’espressione diretta della volontà divina, ma anche facendo ricorso ad una vaga concezione panteistica o ad una dottrina astrologica. Di fatto, tanto la realtà naturale, quanto la realtà sociale riflettevano un mondo misterioso ed esprimevano le forze occulte e decisive che in esso vi erano. La mentalità dominante consisteva nel posporre il dato sensibile a beneficio del significato occulto e misterioso. In questa prospettiva, né l’esperienza né la ragione erano strumenti sufficienti per conoscere questi segreti ultimi, che potevano essere rivelati all’uomo solo per espressa volontà divina. Per questo erano stati concessi all’uomo sogni e visioni, attraverso i quali egli riteneva di poter capire il segreto delle cose²¹⁵.

Il Monaco era annichilito davanti a Dio. Questi fu dominato da una concezione simbolica della natura. Sant’Agostino tende ad assorbirla nel soprannaturale e, ancora nel XII secolo, la si assimilerà a Dio. In quest’accezione, la natura diveniva un mondo interdetto all’interrogazione positiva - pena l’empietà - e risultava conoscibile esclusivamente attraverso lo strumento della rivelazione (sia essa frutto di pratiche mistiche o magiche). Si potrebbe senz’altro definire il Monaco - espressione d’una realtà profondamente comunitaria²¹⁶ - un realista epistemologico: nella sua visione del mondo, la sfera trascendente è più reale di quella dell’esistenza stessa e delle evidenze empiriche.

²¹⁴ Pecchinenda, Gianfranco (2009), op. cit., pp. 109-120.

²¹⁵ Cavicchia, Scalamonti Antonio (2007), op. cit., pp. 37-39.

²¹⁶ Emerge qui chiaramente l’idea comunitaria e il relativo realismo epistemologico che era alla base anche della visione del mondo del Filosofo greco: la virtù del Monaco consisteva nell’adesione incondizionata al modello tradizionalmente ereditato e costantemente riproposto dalla collettività. Per approfondimenti, Landsberg, Paul-Louis (2002), op. cit.

Capitolo V

La conoscenza scientifica nel basso Medioevo: la Rinascita del XII secolo

V.1 Configurazioni socio-storiche: Città e Università

Tra il secolo XI e il XIII, nell'Occidente cristiano avviene una rivoluzione economica e sociale, di cui lo sviluppo urbano è il sintomo più lampante, e la divisione del lavoro l'aspetto più importante. Nuovi mestieri nascono o si sviluppano, nuove categorie professionali appaiono o prendono corpo, gruppi socio-professionali nuovi, forti del loro numero, del loro ruolo, reclamano e conquistano una stima, ossia un prestigio adeguati alla loro forza. Essi vogliono essere considerati e ci riescono. Il tempo del disprezzo è finito. Dal XII secolo avverrà una trasformazione dello schema tripartito della società in schemi più complessi, adattati alla differenziazione crescente delle strutture economiche e sociali, sotto l'effetto della crescente divisione del lavoro. In questa evoluzione capitale, si deve ricordare il ruolo essenziale dell'evoluzione tecnica ed economica che inizia intorno all'anno Mille e si afferma in quantità e in qualità nel secolo XII. La ripresa del grande commercio, il progresso delle città, garantiti dal progresso agricolo e demografico, e di conseguenza la specializzazione del lavoro in mestieri, hanno prodotto una mobilità sociale che conduce ad una trasformazione dell'*habitus* psichico. Ormai l'uomo sfugge alla massa confusa nella quale era immerso. Ma non è ancora giunto il tempo dell'individuo, creazione del mondo moderno, del Rinascimento. Questa tappa fondamentale definita come Rinascita del XII secolo, non è, in realtà, che una tappa intermedia. La coscienza di sé che ogni uomo acquista, proviene dallo stato al quale appartiene, dal gruppo professionale di cui fa parte, dal mestiere che esercita e di cui è membro. Il processo di individualizzazione si opera in seno a un più vasto processo di socializzazione. E siccome questa presa di coscienza non può essere che religiosa, essa si presenta come una vocazione. Ma questa presa di coscienza non è possibile se non attraverso un differente atteggiamento nei confronti del lavoro. Alla svolta tra il secolo XI e XII si delinea tale cambiamento. Comincia a riformularsi il confronto tra vita attiva e vita contemplativa. Alla concezione del lavoro-penitenza si sostituisce l'idea del lavoro, mezzo positivo di salvezza. Dietro questa spinta di un nuovo mondo monastico, traspare la pressione delle nuove categorie professionali - mercanti, artigiani, lavoratori preoccupati di trovare sul piano religioso la giustificazione delle loro attività, della loro vocazione, l'affermazione della loro dignità e la certezza della loro salvezza, non già malgrado, ma grazie alla loro professione²¹⁷. Vi è una permanenza e perfino un rafforzamento della concezione unitaria della società cristiana, fondamentale, del resto, affinché le nuove categorie socio-professionali ricevano un diritto alla vocazione. Ma il *corpus* cristiano si struttura a partire dalla funzione, dal mestiere, dalla professione. Il *corpus* non è più composto di ordini come nella società sacrale dell'alto Medioevo, ma di "stati" tra i quali può esserci, e c'è effettivamente, una gerarchia, ma una gerarchia orizzontale, non verticale²¹⁸.

L'Europa si incarna essenzialmente nelle città. Sarà qui che si realizzeranno i più importanti intrecci di popolazioni, qui si affermeranno nuove istituzioni, compariranno nuove forme economiche e intellettuali. Il secondo successo riguarda il rinnovamento del

²¹⁷ All'inizio del secolo XIII il tempo dei santi lavoratori sta già cedendo il posto ai lavoratori santi.

²¹⁸ Le Goff, Jacques (2000), op. cit., pp. 59-145.

commercio e la crescita dei mercanti²¹⁹, con tutti i problemi che pone il diffondersi dell'impiego del denaro nell'economia e nella società. Nella cristianità si mantenne una pace relativa. Al di là dell'episodio militare delle crociate, che non è altro che un fenomeno epico esterno all'Europa, nella cristianità si intensifica un commercio pacifico. Il trasporto medievale per eccellenza fu quello marittimo, nonostante la paura che il mare ispira agli uomini del Medioevo, mondo di mostri biblici e di naufragi, simbolo di pericolo e di tribolazioni. In mezzo a queste paure nasce nel Medioevo un'Europa del mare. I progressi furono lenti, ma decisivi. Nel XIII secolo si realizzarono progressi dovuti alla diffusione del timone fissato alla poppa, della vela latina, della bussola e della cartografia. Il terzo successo è quello del sapere, che riguarda un numero crescente di cristiani grazie alla creazione di scuole urbane corrispondenti a quelle che oggi noi chiameremmo insegnamento primario e secondario. L'importanza di questa attività scolastica varia a seconda delle regioni e delle città, ma coinvolge spesso il 60% dei bambini delle città e a volte anche di più. Va soprattutto sottolineata la creazione e il rapido successo di centri che noi chiameremmo di insegnamento superiore, le università, che attirano numerosi studenti con la presenza di maestri spesso rinomati e anche di valore. In questa sede si elabora un nuovo sapere, culmine delle ricerche del XII secolo, la scolastica²²⁰.

Fu nel XII secolo che, per la prima volta dalla tarda antichità, la presenza di una comunità di dotti europei si rese manifesta all'esterno dei monasteri, uno sviluppo, come quello delle università, che fu il risultato della crescente divisione del lavoro associata all'ascesa delle città. Tale comunità comprendeva un gruppo di dotti laici, generalmente medici o giuristi, dal momento che legge e medicina erano le due professioni colte secolari che trovavano accoglienza nelle università secolari e assicuravano prestigio sociale nel mondo al di fuori di esse. Si trattava di gruppi corporativi, talvolta organizzati in collegi, fortemente preoccupati di proteggere il loro monopolio di teoria e pratica contro i concorrenti abusivi. Nel Medioevo, tuttavia, la maggioranza dei docenti e degli studenti universitari erano uomini di chiesa, spesso membri di ordini religiosi, in particolare quello dei domenicani, a cui appartiene il più famoso di tutti i maestri medievali, Tommaso d'Aquino; anche i ricercatori accademici del mondo naturale come Alberto Magno e Roger Bacon erano frati. Gli studenti spesso vagavano da un'università all'altra, formando così un gruppo internazionale, consapevole delle loro diversità dai normali abitanti delle città in cui si trovavano a vivere²²¹. Quanto ai maestri, essi appartenevano in prevalenza a quelli che noi descriviamo come filosofi e teologi "scolastici", anche se essi non usavano questo termine²²².

Rispetto ai mutamenti finora illustrati, a partire dalla fine del secolo XII si impongono due giustificazioni. La prima è la preoccupazione dell'utilità comune - nozione che spicca in primo piano con la crescita dell'economia dell'amministrazione pubblica, comunale o del principe, e che riceve la sua consacrazione dalla filosofia aristotelica. Così ricevono diritto di cittadinanza i mestieri meccanici, come quelli dell'industria tessile, dell'abbigliamento ed altri simili, che sono necessari ai bisogni degli uomini. Così, soprattutto, è giustificato il mercante, grazie al quale i prodotti introvabili in un paese vi sono portati dall'estero. La seconda è la fatica, il lavoro. Lungi dal rimanere motivo di disprezzo, segno di inferiorità, il lavoro diventa merito. L'impegno profuso giustifica non solo l'esercizio di un mestiere, ma il guadagno che ne consegue. Così si trovano ammessi i professori, i maestri delle

²¹⁹ La ripresa e lo sviluppo del grande commercio nel XII e XIII secolo si sono realizzati all'interno di quella che è stata chiamata, non senza esagerazione, una "rivoluzione commerciale".

²²⁰ **Le Goff, Jacques** (2009), op. cit., pp. 127-145.

²²¹ **Burke, Peter** (2002), *Storia sociale della conoscenza*, Il Mulino, Bologna, p. 35.

²²² Questo vocabolo fu inventato in senso dispregiativo dai sostenitori del nuovo stile di curriculum universitario, gli *studia humanitatis*, i cui maestri furono chiamati umanisti.

nuove scuole urbane che proliferano nel XII secolo e diverranno le università del XIII secolo. Questi nuovi insegnanti - al contrario dei monaci delle scuole monastiche - si fanno pagare il loro insegnamento, sotto forma di salari delle pubbliche autorità, di prebende ecclesiastiche speciali, o, più spesso ancora, di somme pagate dagli studenti. Questo salariato intellettuale - che viene ad ingrossare la categoria tradizionalmente disprezzata dei “mercenari” - incontra una viva opposizione che condanna la vendita della scienza, “dono di Dio che non può essere venduto”. Ma ben presto l’universitario vede la sua remunerazione giustificata dal lavoro che fornisce al servizio dei suoi studenti - salario della sua fatica, e non prezzo del suo sapere²²³.

L’evoluzione delle tecniche commerciali e, in particolare, l’importanza crescente delle “scritture” nel mestiere dei mercanti-banchieri determinò lo sviluppo di quella che è stata definita la cultura intellettuale del mercante. La domanda culturale di questo gruppo sociale determinò la fondazione di scuole secondarie urbane come se ne vedono a Gand già nel 1179. Fu promosso così lo sviluppo di una cultura più laica attraverso la promozione e la diffusione della scrittura, del calcolo, della geografia e delle lingue vive. Nel campo del calcolo c’è un’opera esemplare: il trattato dell’abaco, pubblicato nel 1202 da Leonardo Fibonacci, pisano. Fibonacci impara le matematiche, che gli Arabi hanno assorbito dagli indù, nell’ambiente cristiano-musulmano del commercio a Bugia, in Egitto, in Siria, in Sicilia, dove viaggia per affari. Introduce l’impiego delle cifre arabe, dello zero, innovazione capitale per la numerazione di posizione, per le operazioni con le frazioni, per il calcolo proporzionale. Alla fine del XIII secolo i mercanti hanno ottenuto due beni fondamentali che fino ad allora si escludevano l’un l’altro: un bene materiale e uno spirituale. Prima guadagnavano denaro ma così facendo si dannavano²²⁴; ora possono tenere il proprio denaro e dopo essere rimasti più o meno a lungo in purgatorio, possono andare in paradiso²²⁵.

La necessità di adattarsi all’evoluzione economica, più precisamente alle condizioni del lavoro urbano, hanno spinto la società laica a cambiare la misura del tempo. All’ingrosso il tempo del lavoro è quello di un’economia dominata dai ritmi agrari, esenti dalla fretta, senza scrupolo di esattezza, senza preoccupazioni di produttività, e di una società a sua immagine, “sobria e pudica”, senza grandi appetiti, poco esigente, poco capace di sforzi quantitativi. Ciò che la campana del lavoro o l’utilizzazione della campana urbana per il lavoro apporta di nuovo è evidentemente, invece di un tempo “evenemenziale”, che non si manifesta se non episodicamente, eccezionalmente, un tempo regolare, normale; di fronte alle ore clericali “incerte” delle campane di chiesa, le ore “certe” dei borghesi. Tempo non del cataclisma o della festa, ma del quotidiano, rete cronologica che inquadra, racchiude e stringe la vita urbana. Le esigenze di un lavoro meglio misurato - in un secolo in cui il quantitativo fa il suo timido ingresso nelle strutture amministrative e mentali - sono dunque un fattore importante del processo di laicizzazione, di cui la scomparsa del monopolio delle campane di chiesa per la misura del tempo è certamente un segno essenziale. La campana del lavoro, spinta certamente da corde, cioè a mano, non presenta nessuna innovazione tecnica. Ora il progresso decisivo verso le “ore certe” è evidentemente l’invenzione e la diffusione dell’orologio meccanico, del sistema a scappamento, che promuove infine l’ora in senso matematico, come la ventiquattresima parte della giornata²²⁶. Senza dubbio, proprio il secolo XIV supera questa tappa essenziale. Il principio dell’invenzione è acquisito alla fine del XIII secolo, il secondo quarto del

²²³ Le Goff, Jacques (2000), op. cit., p. 62.

²²⁴ Lo si può vedere nella scultura romanica in cui la borsa che il mercante porta al collo lo trascina facendolo cadere nell’inferno.

²²⁵ Le Goff, Jacques (2009), op. cit., pp. 149-150.

²²⁶ Le Goff, Jacques (2000), op. cit., pp. 27-34.

secolo successivo ne vede l'applicazione in quegli orologi urbani, la cui area geografica è appunto quelle delle grandi zone urbane²²⁷.

Dato il peso avuto dall'università per lo sviluppo della scienza occidentale, una descrizione della struttura, del funzionamento e delle condizioni socio-storiche che ne hanno permesso l'affermazione è di fondamentale importanza. Le università nacquero come un prodotto delle trasformazioni della società e della vita intellettuale avvenute nell'Occidente europeo nel secolo XII. L'Europa altamente feudalizzata dei secoli VII e VIII subì - come si è già notato -, nel secolo XI, delle radicali trasformazioni. Alla fine del secolo XI e nel XII, le condizioni politiche migliorarono sensibilmente, per opera soprattutto dei signori feudali di lingua francese che crearono governi relativamente stabili in Normandia e in Inghilterra, in Sicilia e in Italia meridionale, nella Spagna e nel Portogallo. La forza e l'energia di un'Europa rivitalizzata fu dimostrata anche dalla riconquista della Spagna, che era già in corso alla fine del secolo XI. La garanzia di una maggiore sicurezza fece rinascere l'economia europea, e il tenore di vita aumentò in tutti gli strati sociali. Ciò produsse significativi miglioramenti dell'agricoltura, e in particolare l'avvento dell'aratro pesante, tirato non più dal bue, ma da cavallo. Questa sostituzione fu resa possibile dall'introduzione del ferro di cavallo inchiodato allo zoccolo dell'animale e dall'adozione dei finimenti col collare, che resero il cavallo molto più efficiente del bue per il lavoro sui campi. Non meno significativa fu la sostituzione, nelle colture agricole, del sistema della rotazione a due campi con il sistema della rotazione a tre campi, che contribuì anch'essa ad aumentare la produzione di alimenti. L'accresciuta produzione di derrate alimentari permise un notevole incremento della popolazione, che, a sua volta, rese possibile un'espansione delle piccole come delle grandi città. L'incremento della popolazione rese, infine, necessaria la costruzione di centinaia di nuovi centri urbani. Gli europei cominciarono a colonizzare terre che prima erano spopolate o poco popolate, oppure si spinsero verso est, contro gli slavi, come fecero i Tedeschi nei loro trasferimenti al di là dell'Elba. Nei Paesi Bassi ebbe inizio persino la bonifica di terre strappate al mare. Gli europei erano in pieno movimento, e vi furono numerose e importanti migrazioni. Molte città nuove furono popolate da uomini liberi, spesso ex servi fuggiti in città nella speranza di una vita migliore. Alla fine del secolo XII, gli scambi commerciali e le manifatture avevano raggiunto, in Europa, un livello probabilmente più alto di quello che avevano conseguito in seno all'impero romano nel periodo del suo apogeo. Fra i secoli IX e XII, l'Europa subì una completa trasformazione: stava nascendo un'economia monetaria. Erano in vista cambiamenti anche di natura politica. Le lotte tra le piccole e le grandi città, da un lato, e fra le autorità laiche ed ecclesiastiche dall'altro, erano continue. Le popolazioni urbane tendevano sempre più all'autogoverno e lottavano per liberarsi dai gravami fiscali loro imposti dalla nobiltà ereditaria. Si sviluppò l'idea del Comune, con i diritti di cittadinanza ad esso associati. Le città europee, per accrescere il loro potere e tutelare i loro diritti, trovarono conveniente schierarsi dalla parte di papi, re, imperatori, o di principi indipendenti. In tal modo divennero una forza potente nella vita economica, politica, religiosa e culturale del continente europeo. Si può certo dire che l'urbanizzazione fornì una matrice essenziale entro la quale le università poterono svilupparsi e fiorire; ma di per sé, l'urbanizzazione non garantiva che quel processo avrebbe avuto effettivamente luogo. Anche se l'Occidente latino derivò la sua scienza e la sua filosofia naturale dai greci e dagli arabi, l'università fu una sua creazione autonoma nata dalle particolari condizioni esistenti in Occidente nel XII secolo. In seguito allo sviluppo della vita commerciale nei centri urbani, coloro che praticavano lo stesso

²²⁷ Non bisogna comunque esagerare la portata di queste innovazioni. Com'è noto, non vi sarà unificazione del tempo prima del secolo XIX, con la rivoluzione industriale, la rivoluzione dei trasporti (gli orari ferroviari impongono l'ora unificata) e l'istituzione di fusi orari. Per approfondimenti, vedi qui **VII Capitolo**.

commercio o lo stesso mestiere avevano ritenuto opportuno, se non necessario, proteggere i propri interessi organizzandosi in gilde o corporazioni. Gli uomini di legge dettero di frequente a questo tipo di organizzazione il nome di *universitas* (“totalità”), nel senso che la corporazione rappresentava tutti coloro che legittimamente praticavano un determinato mestiere o un determinato commercio. Gli insegnanti e gli studenti costituivano una parte vitale della società del secolo XII. Essi crearono importanti scuole nelle varie cattedrali dell’Europa occidentale, soprattutto a Parigi, Chartres e Orléans. Studenti e insegnanti si muovevano abitualmente da una scuola all’altra: gli studenti andavano in cerca dell’insegnante più adatto, i docenti cercavano di attrarre un numero di studenti sufficiente a garantir loro un’idonea remunerazione. Gli insegnanti e gli studenti erano, di solito, stranieri nelle città in cui insegnavano e studiavano, e non godevano, quindi, di alcun diritto e privilegio. Operando individualmente, si trovavano in condizioni di inferiorità di fronte alle autorità municipali, statali ed ecclesiastiche con le quali dovevano negoziare le condizioni di insegnamento. A Parigi ed in altre città, i docenti e gli studenti compresero i vantaggi dell’associazionismo e videro nelle *universitas* commerciale o di mestiere il modello su cui basare la loro organizzazione. Alla fine del XII secolo esistevano già, di fatto, alcune organizzazioni di insegnanti, di studenti, o di entrambe le categorie, ognuna delle quali era chiamata con il nome di *universitas*. Come enti collettivi, le varie gilde medievali godettero di importanti privilegi monopolistici. Le università non fecero eccezione alla regola, ottenendo uno speciale trattamento dalle autorità laiche ed ecclesiastiche che cercarono di incoraggiarne lo sviluppo. Ogni facoltà aveva giurisdizione sulle proprie questioni interne, e aveva quindi il diritto di giudicare i meriti degli insegnanti e degli studenti che entravano a farne parte. L’università, con la facoltà e gli studenti che la costituivano, aveva giuridicamente il diritto di negoziare un’ampia serie di questioni con le autorità esterne che controllavano le varie sfere governative e religiose in cui essa era inserita. Esistevano anche dei privilegi attinenti allo *status* delle persone. Ai membri delle *universitas* erano attribuiti alcuni fondamentali diritti, il più importante dei quali, appunto, era lo *status* clericale. Benché, per lo più, i maestri e gli studenti non fossero stati ordinati sacerdoti né avessero preso gli ordini religiosi, lo *status* clericale conferiva loro gli stessi diritti del clero. Aggredire uno studente o un insegnante mentre era in viaggio equivaleva ad aggredire un sacerdote, e il colpevole era punito con pene molto severe. Lo *status* clericale consentiva inoltre agli studenti arrestati dalle autorità civili di chiedere che il processo venisse celebrato dinanzi ai tribunali ecclesiastici, i quali erano di solito più indulgenti dei tribunali civili. Permetteva anche agli studenti e ai loro maestri di ricevere dalla Chiesa dei benefici ecclesiastici, e di goderne i frutti mentre portavano avanti le loro regolari attività universitarie. Oltre a questi privilegi individuali, un importante diritto collettivo consentiva alle università di sospendere le lezioni, e persino di abbandonare le rispettive città di residenza, qualora avessero ritenuto che i loro diritti erano stati violati. Era questa un’importante arma economica contro le città nelle quali le università avevano la loro sede. Questi privilegi fecero delle università una potente istituzione, e la misero in grado di esercitare una notevole influenza nell’ambito della società medievale. Nel 1200 erano già fiorenti le università di Bologna, Parigi e Oxford, nate probabilmente in quest’ordine. È certo che la nascita delle università fu intimamente legata al nuovo sapere trasmesso dalle traduzioni in lingua latina eseguite nel corso del secolo XII. Le università furono lo strumento istituzionale per mezzo del quale l’Europa occidentale organizzò, assorbì ed ampliò la grande massa delle nuove conoscenze, creando e diffondendo un comune patrimonio intellettuale a beneficio delle nuove generazioni²²⁸.

²²⁸ Grant, Edward (2001), op. cit., pp. 53-58.

Il nuovo interesse per la natura e per il suo operato spinse a ricercare e a studiare con grande zelo gli scritti degli antichi Greci, molti dei quali erano accessibili solo in traduzione araba. Al patrimonio della cultura greca vanno perciò aggiunti i contributi di numerosi studiosi islamici: un gruppo comprendente non solo musulmani, ma anche cristiani ed ebrei, tutti accomunati dall'uso della lingua araba. Le opere di questi scienziati, filosofi naturali e medici erano in gran parte sconosciute agli studiosi europei del secolo XII. L'insieme di questi testi in lingua greca e araba viene comunemente chiamato l'eredità greco-araba²²⁹. Gli studiosi del mondo occidentale decisero di acquisire il patrimonio scientifico del passato. Cominciarono a tradurre un certo numero di trattati dall'arabo e dal greco in latino. Le loro traduzioni rappresentano una vera e propria svolta nella storia della conoscenza scientifica e della filosofia naturale dell'Occidente. Il lavoro di traduzione che rivoluzionò il pensiero scientifico occidentale e ne determinò il corso per secoli, fu compiuto nel secolo XII e, in minor misura, nel XIII. Fra il 1125 e il 1200, una vera e propria inondazione di traduzioni in lingua latina rese accessibile una parte significativa della scienza greca e araba, con un ulteriore incremento nel secolo XIII. Dopo le traduzioni in arabo di molta parte della scienza greca che erano state eseguite nei secoli IX e X, nulla di paragonabile era accaduto nella storia della scienza. La grande epoca delle traduzioni fu preceduta dalla progressiva ritirata dei musulmani in Spagna e dalla loro sconfitta in Sicilia nel corso del secolo XI. Con la caduta di Toledo nel 1085 e la conquista della Sicilia nel 1091, una rin vigorita Europa occidentale si impadronì di importanti centri di cultura araba. Libri in lingua araba divennero facilmente disponibili, e gli europei affamati di cultura furono ansiosi di rendere accessibile il contenuto di quelle opere traducendole in latino, la lingua universale degli uomini colti dell'Occidente europeo. Studiosi provenienti da ogni parte d'Europa si associarono ad eruditi spagnoli - di fede cristiana, ebraica e musulmana - per dare inizio alla grande impresa di trasferire la scienza e la filosofia naturale dalla lingua araba a quella latina, una lingua che, fino a quel momento, era stata in gran parte estranea a tali argomenti.

Quasi tutti gli antichi trattati greci tradotti in latino dal greco o dall'arabo erano precedentemente sconosciuti nell'Europa occidentale cristiana. Come fu accolto quest'imponente patrimonio di scienza e di filosofia naturale pagana? Come risposero i cristiani a quell'insieme di testi con i quali non avevano alcuna familiarità e che sollevavano potenziali problemi per la fede? Se quei trattati erano nuovi per l'Europa occidentale, l'esperienza della letteratura pagana, non lo era²³⁰. I cristiani avevano conosciuto il pensiero pagano, ed erano stati esposti alla sua influenza, fin da quando la religione cristiana aveva cominciato a diffondersi al di fuori della Terrasanta. Non solo il pensiero pagano era familiare alla parte orientale - di lingua greca - dell'impero romano, ma le idee del paganesimo erano ben conosciute anche da alcuni autori latini occidentali, come sant'Agostino, sant'Ambrogio e gli enciclopedisti latini. Tenuto conto di questa precedente esperienza, le traduzioni latine dei testi scientifici greco-arabi eseguite nei secoli XII e XIII possono essere considerate un secondo, e assai più ampio, veicolo dell'influenza del pensiero pagano sui cristiani dell'Europa occidentale. Anche se la scienza e la filosofia naturale di questa seconda ondata del pensiero pagano provocarono alcuni attriti fra scienza e religione, i filosofi naturali cristiani, molti dei quali erano teologi, le accolsero favorevolmente. Il nuovo sapere, che aveva al centro la logica e la filosofia naturale di Aristotele, fornì il curriculum di studi alle nuove università emergenti, una delle più durevoli istituzioni lasciate in eredità dal Medioevo all'Età moderna.

²²⁹ Bernardo di Chartres, vedendo accrescere l'orizzonte della conoscenza sulla base di quest'eredità, formulò la famosa frase: "Siamo dei nani sulle spalle dei giganti dell'antichità".

²³⁰ Per approfondimenti, vedi qui **Capitolo IV**.

Prima dell'introduzione in Occidente della scienza e della filosofia naturale greco-arabe, nelle facoltà delle arti del Medioevo l'insegnamento si basava sulle sette arti liberali. Dopo l'introduzione delle opere di Aristotele e della scienza greco-araba nei secoli XII e XIII, il primato delle tradizionali sette arti liberali cessò, ed esse divennero ancelle della filosofia, e più precisamente della filosofia naturale. Il nuovo sapere trasformò le arti liberali. Tre delle quattro materie dell'antico *quadrivium* - aritmetica, geometria e astronomia - furono notevolmente arricchite dalla scienza greco-araba. Anche il *trivium* ampliò il proprio orizzonte, soprattutto nel campo della logica, o dialettica. Emerse in primo piano la filosofia aristotelica, che venne suddivisa in tre parti: filosofia naturale, filosofia morale e metafisica (le "tre filosofie" come vennero chiamate complessivamente). Il curriculum delle università medievali comprendeva fondamentalmente la logica, le discipline del *quadrivium* e le tre filosofie, la più importante delle quali era senza alcun dubbio la filosofia naturale²³¹.

S'incominciava ad accordare agli universitari un prestigio che era anzitutto quello che si attribuiva alla scienza in sé. Sebbene le università, con nuovi metodi e un nuovo stato d'animo, abbiano potentemente contribuito a modificare il carattere della scienza e a spogiarla del suo aspetto magico e tesaurizzatore per farne un sapere razionale, pratico, comunicato non mediante un'iniziazione sacra ma mediante un tirocinio tecnico, il sapere incarnato dalle università prese molto presto l'aspetto di un potere, di un "ordine". Fu lo *Studium*, accanto al *Sacerdotium* e al *Regnum*. Gli universitari cercarono così di definirsi come un'aristocrazia intellettuale, dotata d'una sua morale specifica e del proprio codice di valori. Questo tentativo fu particolarmente spinto in certi ambienti aristotelici e averroisti che tentarono di costituire e di legittimare in teoria una casta di *philosophi* (i saggi universitari), la cui virtù essenziale sarebbe stata la "magnanimità". I pubblici poteri hanno essenzialmente considerato che avere degli universitari fosse un ornamento e una ricchezza pubblica, e questo in ragione del prestigio della scienza di cui essi sembravano avere il monopolio. Parallelamente a questo prestigio intellettuale, le università hanno cercato di acquisire un prestigio esteriore, che sarebbe come il segno della loro eminente dignità: costumi, cerimonie, etc. Il "fasto universitario" divenne uno dei segni esteriori della ricchezza e della dignità delle città e degli stati. I pubblici poteri riconoscono questo carattere di rappresentanza, di lustro delle università, facendo loro sia a titolo individuale, sia a titolo collettivo dei regali di prestigio. Se le università approfittano di questo prestigio per avere un ruolo pubblico, si danno raramente a un'attività veramente politica che potrebbe portarle ad un conflitto con i pubblici poteri²³².

Non si può fare a meno di accennare all'intensa lotta interdisciplinare che si svolse, nel XIII secolo, tra la facoltà delle arti e quella di teologia. Si disputava se la facoltà delle arti avesse titolo per essere considerata di pari livello rispetto alla facoltà di teologia. Il conflitto si manifestò in vari modi e sotto vari aspetti, ma fondamentalmente fu una lotta senza quartiere fra ragione e rivelazione. La ragione era lo strumento di analisi nel campo della filosofia. I maestri delle arti dominavano il campo della ragione, e quindi della filosofia; i teologi quello della rivelazione, e non è difficile capire perché essi avessero il sopravvento in una società dominata dalla religione. I teologi del XIII secolo erano, in maggioranza, convinti che la rivelazione fosse superiore a tutte le forme di conoscenza, e

²³¹ Grant, Edward (2001), op. cit., pp. 38-67.

²³² Nel corso del Medioevo si accentuano gli sconfinamenti di potere da parte delle autorità secolari e la laicizzazione relativa dell'insegnamento - rispetto al suo reclutamento, ai suoi metodi, al suo spirito, ai suoi sbocchi. Un'università rappresenta infatti un mercato, un centro di attrazione per gli stranieri e di conseguenza un fattore di sviluppo dei contatti in un'epoca in cui le cellule urbane costitutive della vita economica e politica si alimentano delle relazioni crescenti in un mondo in cui gli orizzonti si allargano e in cui si moltiplicano gli scambi. Le Goff, Jacques (2000), op. cit., pp.182-183.

accettavano, quindi, la dottrina tradizionale che faceva della cultura laica l'ancella della teologia. Nel suo trattato *De reductione artium ad theologiam*, Bonaventura cercò di mostrare che la teologia era la regina delle scienze, perché, in ultima analisi, ogni dottrina e ogni conoscenza dipendono dall'illuminazione divina contenuta nelle Sacre Scritture, lo studio delle quali è appannaggio esclusivo dei teologi. Nel mondo di Bonaventura e nel mondo di molti teologi, la fede e la ragione erano armoniosamente unite: la prima, in definitiva, guidava e ispirava la seconda. Gli insegnanti delle facoltà delle arti di Parigi e di altre università avevano una concezione radicalmente diversa del rapporto fra la loro disciplina e la teologia. Essi insegnavano filosofia, nel senso più ampio della parola. Poiché la filosofia si basava fondamentalmente sugli scritti di Aristotele, la maggior parte degli insegnanti della facoltà delle arti si consideravano seguaci di Aristotele e vedevano in lui l'incarnazione della ragione analitica. Si consideravano i custodi della ragione ed erano orgogliosi del loro ruolo di filosofi. Se fossero stati liberi di farlo, i maestri delle arti avrebbero probabilmente applicato la ragione a tutti i rami della conoscenza, compresa la teologia. Molti di loro avrebbero addirittura seguito i dettami della ragione fino alle ultime conseguenze, indipendentemente dal fatto che esse potessero trovarsi in conflitto con la rivelazione, anche se poi, alla fine, si sarebbero inchinati alla rivelazione, per ragioni di fede. Nel corso del XIII secolo, le tensioni fra queste due discipline universitarie, e tra le diverse facoltà in cui esse venivano insegnate, furono pressoché inevitabili²³³.

Grossi punti di conflitto esistevano fra la dottrina della Chiesa e le idee espresse nei libri naturali di Aristotele. L'introduzione delle opere aristoteliche nei paesi della Cristianità latina durante il secolo XIII era destinata a porre seri problemi alla Chiesa e ai suoi teologi. Benché uno scontro fosse tutt'altro che inevitabile, esso non tardò a verificarsi. La sede in cui si manifestò con maggior asprezza fu l'università di Parigi, che possedeva non solo la più grande scuola teologica del Medioevo latino, ma anche una delle migliori e più frequentate facoltà delle arti. Eppure, il conflitto che si sviluppò in quegli anni non dovrebbe mai mettere in ombra il fatto più importante: le traduzioni delle opere di Aristotele furono salutate con entusiasmo e tenute in altissima considerazione dai maestri delle arti e dai teologi. La filosofia aristotelica fu accolta con tanto calore che le forze ad essa ostili, nonostante i loro sforzi, non riuscirono a prevalere.

Tra il 1260 e il 1280 una fase particolarmente intensa di questa lotta si sviluppò a Parigi. I teologi conservatori cercarono di fissare dei limiti alla filosofia di Aristotele, che costituiva il nucleo della nuova cultura pagana e araba. Nel 1272 i maestri delle arti dell'Università di Parigi prestarono un giuramento che li obbligava a non prendere in considerazione questioni teologiche. Se, per qualsiasi ragione, un maestro delle arti si fosse trovato costretto ad affrontare una questione teologica, il giuramento lo obbligava a risolverla in favore della fede. Quando fu chiaro che queste contromosse non erano state sufficienti a sedare lo scompiglio, papa Giovanni XXI, preoccupatissimo, ordinò al vescovo di Parigi di aprire un'inchiesta. Dopo tre settimane, nel marzo 1277, il vescovo, in base al parere dei suoi consiglieri teologici, pronunciò una massiccia condanna di 219 proposizioni²³⁴. Benché l'elenco degli articoli condannati dalle autorità teologiche fosse

²³³ Grant, Edward (2001), op. cit., pp. 110-111.

²³⁴ Quando la dottrina della Chiesa si trovava in diretto contrasto con le conclusioni della filosofia naturale aristotelica (come, ad esempio, sulla questione della eternità del mondo), i maestri delle arti si sottomettevano alla teologia e alla fede. A Parigi si impegnarono a farlo, con giuramento, dal 1277, un impegno che rimase in vigore fino al XV secolo. L'art. 48 fu condannato perché poneva dei limiti alla potenza assoluta di Dio (*Potentia absoluta*). L'idea di un mondo regolato da leggi, ordinato e persino deterministico piaceva agli astrologi ed era fondamentale anche per la filosofia aristotelica. L'idea che Dio potesse intervenire miracolosamente nell'ordine naturale per introdurre o creare qualcosa di nuovo era estranea alla fisica aristotelica, ma era una componente importante della religione cristiana. I seguaci della filosofia naturale di Aristotele erano ormai avvertiti che non potevano negare l'esistenza di quegli interventi divini. Molti altri

stato compilato in modo affrettato, senza ordine apparente e con scarsa attenzione per la coerenza e per le ripetizioni, molte di quelle condanne ebbero un'importanza rilevante per la scienza e la filosofia naturale.

Va infatti considerato che benché la filosofia naturale si occupasse principalmente del mondo fisico ed intellegibile, fondava le sue speculazioni su argomenti ipotetici. È opportuno distinguere due tipi di ragionamento ipotetico: uno che operò in difesa dei principî della filosofia naturale aristotelica, e l'altro - influenzato dalla Condanna del 1277 - che operò contro quei principî. I filosofi naturali, che tenevano regolarmente conto di quei principî aristotelici che erano stati esplicitamente dichiarati eretici, e si trovavano di fronte a dogmi religiosi spesso incompatibili con gli argomenti di filosofia naturale, erano pienamente consapevoli della necessità di evitare il sospetto di eresia e le tremende conseguenze che ne potevano derivare. I principî e le idee dovevano sovente essere riformulati in un linguaggio ipotetico, o con opportune aggiunte o qualificazioni. Di solito ciò veniva fatto "parlando in modo naturale". Era dato per scontato che, quando "parlavano in modo naturale", gli autori o gli insegnanti concentrassero la loro attenzione solo sulla filosofia naturale, senza riguardo alle implicazioni e complicazioni della teologia. Con questi richiami e questi accorgimenti, i filosofi naturali del Medioevo potevano considerare come vere quasi tutte le proposizioni condannate dalla Chiesa, a condizione di non proclamarle vere in senso categorico e filosofico. In tal modo i controversi principî vennero tenuti fermi e analizzati nel corso del Medioevo, con poche ripercussioni di qualche rilievo. Gli argomenti ipotetici mostrano come i filosofi naturali del Medioevo riuscissero a misurarsi positivamente con le idee di Aristotele contrarie alla fede o, in un modo o nell'altro, sovversive; al contempo il concetto di potenza assoluta di Dio formulato dalla Condanna del 1277, permise attraverso questo metodo ai filosofi naturali di superare i limiti paralizzanti dei principî aristotelici e di conquistarsi la libertà di esaminare certe possibilità che altrimenti non avrebbero mai preso in considerazione. Mettendo in particolare rilievo la potenza assoluta di Dio, che gli consentiva di fare qualsiasi cosa, tranne una contraddizione logica, gli articoli condannati del 1277 ebbero un effetto curioso, e probabilmente non voluto: incoraggiarono le riflessioni sulle impossibilità naturali del sistema aristotelico del mondo, che vennero spesso trattate come possibilità ipotetiche. Le alternative prodotte in modo soprannaturale, di cui i filosofi naturali del Medioevo intrapresero l'esame sulla scia della Condanna, li abituarono a prendere in considerazione delle possibilità che fuoriuscivano dall'ambito della filosofia di Aristotele, ed erano spesso in diretto conflitto con essa. L'indagine delle possibilità ipotetiche che nella concezione del mondo aristotelica erano per natura impossibili si diffuse a tal punto che la riflessione su di esse diventò parte integrante del pensiero medievale²³⁵.

articoli sulle limitazioni della potenza di Dio furono condannati perché le autorità teologiche volevano che ognuno ammettesse che Dio è in grado di fare tutto ciò che non implica una contraddizione logica.

²³⁵ Ivi, pp. 107-124.

V.2 Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: Maestri e Mercanti

Prima del secolo XIII, nell'Occidente barbarico, tutte le attività rimunerate erano colpite dall'infamia, attribuito delle categorie dette mercenarie. Tutto ciò che si pagava, che si comprava era indegno. L'onore o il dovere si definivano attraverso servizi, dall'alto verso il basso e reciprocamente. Il denaro, marginale nell'economia, lo era anche nella morale. La società cristiana dell'alto Medioevo era rafforzata in questa credenza vedendo il settore monetario "infestato" dai giudei. Il costante progresso della commercializzazione e del regime salariale sconvolge i valori.

Con il rinnovamento economico, dal secolo XI al XIII, con il risveglio del commercio di lungo corso, del decollo urbano, il paesaggio sociale cambia²³⁶. Compaiono nuovi ceti, legati alle nuove attività: artigiani, mercanti, tecnici. Imponendosi ben presto sul piano materiale, essi vogliono la consacrazione della considerazione sociale. Per ottenerla devono vincere i pregiudizi che riguardano il lavoro, essenza della loro attività, fondamento della loro condizione. Fra i mezzi di questa promozione ricordiamo solo l'utilizzazione della religione, strumento necessario per qualsiasi ascesa materiale e spirituale nel mondo medievale. Così ogni mestiere ha il suo santo patrono, più d'uno talvolta, e le corporazioni, che fanno rappresentare i loro santi protettori nell'esercizio della loro professione, o almeno con gli attrezzi, i simboli del loro mestiere, magnificano le loro occupazioni, allontanando una diffidenza ormai sconveniente nei confronti di un'attività illustrata da così potenti e venerabili rappresentanti.

Due categorie, due mestieri, conducono qui il gioco. Innanzitutto gli insegnanti. La scienza, la cultura, prima del secolo XII, sono privilegio di chierici che l'acquisiscono e la dispensano, parsimoniosamente, senza spendere niente. Scuole monastiche o vescovili formano discepoli per l'*opus Dei* senza monetizzare la cultura. Con le scuole urbane del XII secolo, trascinate dal progresso delle città, animate dai maestri che devono, come i loro allievi, vivere dei propri mezzi, le condizioni materiali, sociali e spirituali del sapere sono fundamentalmente trasformate. È tutto il senso del dibattito, che, dalla metà del secolo XII, s'instaura intorno a una formula: *Scientia donum Dei est, unde vendi non potest*. Poco importa sapere quali possibilità di remunerazione si offrono ai nuovi maestri, quali soluzioni prevarranno: salario pubblico, remunerazione dei clienti, cioè degli studenti, benefici ecclesiastici. L'essenziale è che alla domanda: "Possono i maestri insegnare sotto pagamento?" la risposta sia affermativa²³⁷. Parallelamente, la questione si pone per i mercanti, nel settore del credito in cui l'espansione dell'economia monetaria respinge in secondo piano i giudei, confinati a quelle operazioni di prestito di scarsa portata. C'è ormai il problema dell'usura cristiana. L'interesse in mancanza del quale l'economia monetaria precapitalistica non potrebbe svilupparsi, presuppone, nella terminologia della scolastica, un'operazione fino ad allora maledetta: la vendita del tempo. Esattamente simmetrico al problema della commercializzazione della scienza è dunque quello della commercializzazione del tempo, a cui s'oppose una stessa tradizione, una stessa formula: *Tempus donum Dei est, unde vendi non potest*. Anche qui la risposta dei manuali dei confessori è favorevole. Si passa, seppur gradualmente, dall'economia-natura

²³⁶ Lo schema tripartito che aveva dominato l'alto Medioevo crolla, così come crolla, nello stesso tempo, il quadro tradizionale delle sette arti liberali e la separazione tra arti meccaniche e arti liberali (Ugo di San Vittore nel *Didascalion* poneva le arti meccaniche accanto alle arti liberali in una nuova classificazione delle scienze che si ritrova nel secolo XIII presso Roberto Grossatesta e San Tommaso di Aquino). Così, all'inizio del XIII secolo, nell'opinione pubblica la stima comincia a passare dall'eroe virtuoso al tecnico abile in un vero e proprio processo di sostituzione. I cavalieri devono cedere il passo ai balestrieri, ai minatori, ai tagliapietre, agli ingegneri. L'evoluzione della tecnica militare compromette la supremazia professionale del cavaliere feudale.

²³⁷ La fonte qui, è quella dei manuali dei confessori.

all'economia-denaro. L'importante è che la condizione richiesta per meritare un salario sia il compimento di un lavoro. Lavoro inteso ancora in modo ambiguo, in cui si riconosce la confusione propriamente medievale tra la pena, la fatica e l'esercizio di una mansione economica nel senso moderno. Il lavoro è fatica. La condizione necessaria e sufficiente perché un mestiere diventi lecito, perché un salario sia percepito a buon diritto è la prestazione di un lavoro. Qui l'intellettuale e il mercante sono ancora ugualmente giustificati nel loro nuovo *status* socio-professionale. Perché il *magister*, perché il mercante possano legittimamente, senza tema di dannazione, percepire un salario o un interesse, basta che la loro remunerazione o il loro beneficio - il basso Medioevo non fa una distinzione tra i due - ricompensi il lavoro; è necessario e sufficiente che abbiano lavorato. Il lavoro è divenuto il valore di riferimento²³⁸.

Questa sottrazione del tempo al dominio divino a vantaggio della nuova classe dei mercanti ha ulteriori ripercussioni: un deciso distacco dalla natura; infatti il mercante, come il contadino, è in un primo tempo soggetto nella sua attività professionale al tempo meteorologico, al ciclo delle stagioni, alla imprevedibilità delle intemperie e dei cataclismi naturali. Per molto tempo non c'è stato, in questo campo, che necessità di sottomissione all'ordine della natura e di Dio, e come mezzo d'azione la preghiera e le pratiche superstiziose. Ma quando una rete commerciale si organizza, il tempo diventa oggetto di misura. La durata di un viaggio per mare o per terra da un luogo ad un altro, il problema dei prezzi che, nel corso di una stessa operazione commerciale, tanto più se il circuito si complica, salgono o scendono, facendo aumentare o diminuire i guadagni, la durata del lavoro artigianale e operaio, per questo mercante che è quasi sempre anche un datore di lavoro, tutto ciò s'impone sempre più alla sua attenzione, diviene oggetto di regolamentazione sempre più precisa: tutto quest'allargarsi del campo monetario richiede un tempo meglio misurato. Tutto mostra che la giusta misura del tempo importa sempre più al buon andamento degli affari. Per il mercante, l'ambiente tecnologico sovrappone un tempo nuovo, misurabile, cioè orientato e prevedibile, al tempo insieme eternamente ricominciato e perpetuamente imprevedibile dell'ambiente naturale. Questo tempo che comincia a razionalizzarsi, si laicizza nello stesso tempo. Più ancora per esigenze pratiche che per ragioni teologiche, che d'altronde ne sono alla base, il tempo concreto della Chiesa è, adattato all'antichità, il tempo dei chierici, ritmato dagli uffici religiosi, dalle campane che li annunciano, eventualmente indicato dalle meridiane, imprecise e mutevoli, misurato talvolta da clessidre grossolane. A questo tempo della Chiesa, mercanti e artigiani sostituiscono il tempo più esattamente misurato, utilizzabile per le faccende profane e laiche, il tempo degli orologi. La grande rivoluzione del movimento comunale nell'ordine del tempo è rappresentata proprio da questi orologi rizzati dappertutto di fronte ai campanili delle chiese. Tempo urbano più complesso e raffinato del tempo semplice delle campagne, misurato dalle campane rustiche. Un altro cambiamento non meno importante: il mercante scopre il prezzo del tempo nello stesso momento in cui esplora lo spazio: per lui la durata essenziale è quella di un tragitto²³⁹.

Di fronte a quest'evoluzione, la Chiesa si adegua. Impantanata dapprima nel mondo feudale, con la sanzione del suo disprezzo per i mestieri, essa accetta in seguito l'ascesa dei nuovi strati, spesso la favorisce, protegge ben presto i mercanti, fornisce ai nuovi gruppi socio-professionali la giustificazione teorica e spirituale della loro condizione e della loro promozione sociale e psicologica. Se il lavoro in sé non è più la linea di demarcazione tra categorie considerate e categorie disprezzate, è il lavoro manuale che costituisce la nuova frontiera della stima e del disprezzo. Gli intellettuali, universitari in testa, s'affrettano a situarsi dalla parte "buona". Con san Tommaso è affermata senza

²³⁸ Goff, Jacques (2000), op. cit., pp. 68-152.

²³⁹ Ivi, pp. 13-15.

mezzi termini la necessità di una specializzazione del lavoratore intellettuale. L'universitario ha il suo mestiere. Che lasci ad altri la cura di lavorare manualmente - cosa che ha pure il suo valore spirituale - ma non perda il proprio tempo in ciò che non è affar suo. Così sul piano teorico è legittimato il fenomeno essenziale della divisione del lavoro, fondamento della specificità dell'universitario. I filosofi, forti certamente della ragione o piuttosto delle loro virtù intellettuali, innalzano il loro stato al di sopra degli altri, ma si rendono conto che la loro dignità consiste forse nel limitarsi a certe verità dimostrabili e che la loro vocazione è probabilmente accontentarsi di spiegare e non di predicare, d'attenersi ad una "neutralità scolastica"²⁴⁰.

Nell'XI secolo, comincia a manifestarsi un certo interesse per i problemi pratici ed inoltre, cosa non meno importante, una tendenza che sostituì al simbolismo moraleggiante un diverso modo di accostarsi al mondo della natura che significò un mutamento delle prospettive filosofiche; è la tendenza associata particolarmente al nominalista dell'XI secolo Roscellino da Compiègne e al suo discepolo Pietro Abelardo (1079-1142). Alla fine dell'XI secolo l'insegnamento di Roscellino avviò la grande disputa sugli "universali" che indusse gli uomini ad interessarsi di più al singolo oggetto materiale in quanto tale, invece di considerarlo, come aveva fatto sant'Agostino, soltanto l'ombra di un'idea eterna. La prima spiegazione in termini di cause naturali, dopo l'insoddisfacente tentativo d'interpretarlo in termini di simbologia morale, è associata alla scuola di Chartres e fu profondamente influenzata dall'insegnamento di Platone. Al principio del XII secolo, a Chartres si era manifestato un rinnovato interesse per le concezioni scientifiche esposte nel Timeo. Si cominciò ad avere un atteggiamento libero e razionale verso l'autorità degli Antichi e si credette nel progresso della conoscenza. Scrisse Bernardo: "Noi siamo come nani in piedi sulle spalle dei giganti e perciò possiamo vedere più cose di loro e vedere più lontano, non perché la nostra vista sia più acuta o la nostra statura più alta, ma perché possiamo sollevarci più in alto grazie alla loro gigantesca statura"²⁴¹.

La concezione platonica dell'universo continuò ad esercitare un'influenza notevole fino ai tempi di Ruggero Bacone, che da giovane, più o meno intorno al 1245, tenne un corso sulla fisica basato sulle concezioni della scuola di Chartres. Ma Chartres era già in contatto con le scuole di traduttori che lavoravano sui testi arabi e greci a Toledo e nell'Italia meridionale, e fu a Chartres che furono accolte per la prima volta l'astronomia tolemaica e la fisica aristotelica. Così per gli sviluppi che si ebbero in seno al pensiero dell'Occidente cristiano, le concezioni rappresentate dagli studiosi fino alla metà del XII secolo, cominciavano ad apparire un po' antiquate. Ben presto furono sostituite dalle idee formulate da coloro che approfondirono lo studio degli autori arabi e greci nella ricerca delle cause naturali.

Vediamo ora cosa ha significato per il basso Medioevo occidentale l'assimilazione di quel corpo di conoscenze definito "aristotelismo"²⁴².

L'introduzione delle opere di Aristotele in lingua latina e la loro successiva diffusione e assimilazione trasformò la vita intellettuale dell'Occidente europeo. Ma l'influenza di Aristotele non dipese soltanto dai suoi scritti: per valutare adeguatamente l'enorme influsso dello *Stagirita*, è necessario tener conto anche dei commenti alle sue opere, scritti dai Greci nella tarda antichità e dagli Arabi nel periodo che va dal secolo IX all'XI.

²⁴⁰ Le Goff, Jacques (2008), *Gli intellettuali nel Medioevo*, Mondadori, Milano, pp. 93-112.

²⁴¹ Crombie, A. C. (1970), op. cit., pp. 22-27.

²⁴² I principi fondamentali dell'aristotelismo sono: radicale dicotomia del cosmo, diviso in una regione celeste e in una regione terrestre, la prima caratterizzata dal suo incorruttibile etere celeste e la seconda dalla materia corruttibile; l'esistenza di quattro elementi terrestri, di quattro cause operanti nel mondo e di quattro qualità primarie; l'esistenza di una causa ultima di tutti i movimenti, il Primo motore; l'immobilità della Terra, collocata nel centro geometrico dell'universo.

Furono le opere autentiche di Aristotele a modellare la concezione medievale del mondo; ma l'idea che gli uomini del Medioevo si fecero delle sue convinzioni filosofiche fu condizionata anche da molti scritti a lui falsamente attribuiti. A questi si debbono aggiungere le traduzioni dall'arabo in latino di trattati non aristotelici, che contenevano idee derivate dalla filosofia naturale di Aristotele, specialmente nel campo della medicina e dell'astrologia. Questo complesso di idee e di interpretazioni aristoteliche fu ereditato dai filosofi naturali del Medioevo latino. Utilizzando queste fonti, gli studiosi medievali aggiunsero i loro commenti alle opere di Aristotele e composero di propria mano trattati specializzati nei quali predominavano idee aristoteliche. È l'insieme di questi testi - quelli di Aristotele e quelli ad esso attribuiti - che costituisce quel patrimonio letterario che noi oggi chiamiamo aristotelismo²⁴³. Questo termine che non fu mai adoperato nel Medioevo, caratterizza mirabilmente la principale componente della vita intellettuale nel periodo che va dal secolo XII al XV e ancora più avanti, sino alla fine del XVII.

Le idee aristoteliche fornirono alla filosofia naturale del Medioevo non solo un quadro generale, una sorta di scheletro, ma anche i tessuti e i muscoli idonei a rivestirlo. Eppure vi sono temi per cui Aristotele fornì scarsi elementi di guida, o perché l'argomento gli era sconosciuto, o perché aveva poco da dire in proposito. In altre occasioni egli fu vago, oscuro o ambiguo, e i suoi commentatori dovettero affrontare e risolvere i problemi in modo autonomo. In altri casi ancora, le sue spiegazioni apparvero inadeguate e da sostituire con altre. Talvolta le sue interpretazioni furono radicalmente modificate sulla base dell'esperienza o sulla base della teologia cristiana. In molti casi, tuttavia, o nella maggior parte di essi, le idee di Aristotele furono utilizzate come le migliori e più affidabili guide per la conoscenza della natura e del suo operato. Per gli studiosi medievali egli fu il Filosofo per eccellenza. Si potrebbe credere che, con questo atteggiamento reverenziale, gli studiosi medievali cercassero di mantenersi il più vicino possibile al grande maestro; ma essi sovente se ne allontanarono²⁴⁴.

Il curriculum delle facoltà delle arti medievali non era stato costruito per venire incontro alle esigenze pratiche della società. Esso si era sviluppato dal patrimonio culturale greco-arabo, acquisito attraverso le traduzioni dei secoli XII e XIII, quel patrimonio era costituito da un *corpus* di opere teoretiche, studiate per il loro valore intrinseco e non per ragioni pratiche o per motivi di lucro. L'antica tradizione, rappresentata da Aristotele e rafforzata da Boezio e da altri autori, poneva soprattutto l'accento sull'amore per il sapere,

²⁴³ La fisica aristotelica è una teoria profondamente elaborata seppure non in modo matematico. Non è né un prolungamento rozzo e verbale del senso comune, né una fantasia puerile, ma una teoria, cioè una dottrina, che, partendo beninteso dai dati del senso comune, li sottomette ad un'elaborazione sistematica estremamente coerente e rigorosa. La fisica aristotelica non si limita ad esprimere, nel suo linguaggio, il dato del senso comune: essa lo traspone, e la distinzione fondamentale tra i movimenti in "naturali" e "violenti" s'inquadra in una concezione generale della realtà fisica, i cui punti fondamentali sembrano essere: 1) la credenza nell'esistenza di "nature" ben determinate; e 2) la credenza nell'esistenza di un cosmo, la credenza cioè nell'esistenza di principî di ordine, in virtù dei quali l'insieme degli esseri reali forma un tutto (naturalmente) ben ordinato. Tutto, ordine cosmico: queste nozioni implicano che, nell'Universo, le cose sono distribuite e disposte in un modo ben determinato; che essere qui o là non sia loro indifferente, ma, al contrario, ciascuna cosa possieda, nell'Universo, un luogo proprio conforme alla propria natura. Un posto per ogni cosa, e ogni cosa al suo posto; la nozione di "luogo naturale" traduce quest'esigenza teorica della fisica aristotelica. La fisica aristotelica forma, se si vede bene, una teoria mirabile, mirabilmente coerente, e che non ha, a dire il vero (oltre quello di essere falsa), che un solo e unico difetto: quello di essere contraddetta dall'esperienza del proiettile. Ma un teorico degno di questo nome non si arresta di fronte a un'obiezione del senso comune. Quando si imbatte in un fatto che non si accorda con la sua teoria, lo nega. E quando non lo può negare, lo spiega. Ed è nella spiegazione di questo fatto - il fatto del proiettile, movimento che si continua malgrado l'assenza del motore - che Aristotele ci mostra tutto il suo genio. Tutti gli attacchi alla dinamica aristotelica, verteranno però su questa questione: *a quo moveantur projecta*? Per approfondimenti, **Koyrè, Alexandre** (1976), op. cit.

²⁴⁴ **Grant, Edward** (2001), op. cit., pp. 46-106.

sulla conoscenza per la conoscenza. Disprezzava coloro che studiavano per guadagnarsi da vivere o per dei fini pratici. Nella società medievale insegnanti e studenti condivisero pienamente questo punto di vista e modellarono l'università medievale in conformità ad esso. Ma la praticità è un concetto che dipende dall'osservatore. Può darsi che il sapere teoretico al quale veniva data tanta importanza nell'antichità e nel Medioevo fosse sentito come eminentemente pragmatico e ragionevole. Quel sapere consentiva di comprendere il funzionamento dell'universo e di acquistare, quindi, preziose conoscenze sulle cause e sugli effetti da cui era perpetuamente regolata l'esistenza umana. Molti probabilmente consideravano tale conoscenza più degna di qualunque altra e le attribuivano, quindi, un valore eminentemente pratico. Quale che fosse il loro atteggiamento conclusivo i filosofi medievali ritenevano molto importante conoscere la struttura e il modo di operare dell'universo, che veniva appunto studiato nelle facoltà delle arti. Con l'accettazione delle università da parte della Chiesa e dello Stato, tutta la società finì con l'accettare l'ideale della cultura patrocinato dalla facoltà delle arti, ideale che venne considerato di grande valore personale per l'individuo ma di scarsa utilità diretta per le attività mondane della società. Questo stato di cose si protrasse per secoli. Nessun significativo ampliamento del curriculum delle facoltà delle arti avvenne nel corso del Medioevo. L'ideale culturale dell'antichità e del Medioevo - l'aspirazione della conoscenza per la conoscenza - rimase sostanzialmente intatto. I programmi delle facoltà delle arti se non fornirono benefici pratici alla società, posero saldamente le basi per lo sviluppo della scienza e del punto di vista scientifico. Ciò avvenne solo in virtù dell'insolita struttura e delle inconsuete tradizioni di un'istituzione come l'università, che rappresentò il più grande contributo del Medioevo alla civiltà occidentale.

Nel basso Medioevo l'ideale della scienza fu la dimostrazione sillogistica. Benché i suoi fondamenti fossero stati esposti da Aristotele negli *Analitici secondi*, c'erano idee molto diverse sul suo reale significato. Quali che fossero le loro opinioni sui mezzi da usare per conseguire la conoscenza dimostrativa, i filosofi della scolastica erano per lo più d'accordo che, nella misura del possibile, il fine della scienza e della filosofia naturale era la dimostrazione delle verità concernenti il mondo. Alcuni filosofi teologico-naturali²⁴⁵ erano turbati dal pensiero che la certezza conseguibile con la scienza dimostrativa aristotelica potesse rivaleggiare con la certezza della fede, e forse sovvertirla. Per contrastare questa spiacevole possibilità, alcuni filosofi teologico-naturali sollevarono dubbi sulla certezza della scienza dimostrativa aristotelica, invocando la dottrina della potenza assoluta di Dio, che, come si è visto, fu un importante fattore della Condanna del 1277. Il principale protagonista di questo "dramma" fu Guglielmo di Ockham (1285-1349). Logico e filosofo di grande valore, Ockham era anche un eminente teologo. A suo giudizio, il mondo dipendeva interamente dall'imperscrutabile volontà di Dio, il quale, con la sua potenza assoluta, avrebbe potuto fare le cose diverse da quelle che sono. Ne conseguiva che tutte le cose esistenti sono contingenti, cioè avrebbero potuto essere fatte in modo diverso, o potrebbero non esistere affatto. Come agente completamente libero, Dio può fare qualunque cosa che non implichi una contraddizione logica. Tutto ciò che egli può creare per il tramite di cause secondarie o naturali, potrebbe crearlo e conservarlo anche direttamente, o in concomitanza a cause secondarie o naturali. La potenza di Dio è così grande che Egli, se volesse, potrebbe creare un accidente non inerente alla sua sostanza, o una sostanza priva dei suoi accidenti; e potrebbe produrre una materia senza forma, o una forma senza materia. Da queste considerazioni rigorosamente teologiche, espressione di uno spirito teologico che produsse la Condanna del 1277, Ockham derivò

²⁴⁵ I filosofi teologico-naturali, non soltanto erano esperti in teologia (i più possedevano il grado di baccelliere o di maestro di teologia), ma avevano in precedenza conseguito il titolo di maestro delle arti e quindi erano reputati esperti anche in quella disciplina.

un'epistemologia che è stata caratterizzata come un empirismo radicale. L'aspetto principale dell'empirismo di Ockham è la convinzione che tutta la conoscenza viene ottenuta con l'esperienza, mediante la "cognizione intuitiva" (un'espressione che egli mutuò da Duns Scoto). Ockham intendeva dire che sia gli oggetti esterni alla mente, sia gli stati mentali personali, sono colti in modo diretto e immediato. Queste percezioni dirette permettono a ciascuno di noi di sapere se qualcosa esiste o non esiste. Non è richiesta, né viene compiuta, alcuna dimostrazione dell'esistenza di qualcosa che sia stato percepito in questo modo. Persino un oggetto assente o inaccessibile può produrre una cognizione intuitiva, perché Dio può decidere di fornire direttamente la causa della cognizione, anziché operare, come d'abitudine, attraverso una causa secondaria. La nostra esperienza di quell'oggetto sarebbe identica in entrambi i casi. Dio potrebbe anche farci credere all'esistenza di un oggetto che in realtà non esiste, mentre non può farci avere una conoscenza evidente che esso esiste. In altri termini, Dio può far nascere in noi la credenza che un oggetto esiste, ma non può farci sapere che esso esiste realmente. Ciò sarebbe contraddittorio, poiché abbiamo supposto che quell'oggetto non esista. Per Ockham, quindi la certezza psicologica era indistinguibile dalla certezza basata sull'evidenza "oggettiva" acquisita attraverso i sensi. Negando che fra le cose contingenti esistano legami necessari, Ockham fu indotto a prendere in esame i rapporti causali. Egli sostiene che qualcosa può essere ritenuta una causa immediata quando l'effetto da essa prodotto avviene in sua presenza, mentre - restando uguali tutte le altre circostanze - quell'effetto non si verifica in sua assenza. Ma solo per esperienza, e non in virtù di un ragionamento a priori, possiamo legittimamente definire come legate da un rapporto causale le sequenze di eventi che si producono nelle condizioni ora descritte: per esempio, quando stabiliamo che il fuoco è la causa della combustione di un tessuto. Poiché Ockham ha mostrato che l'esistenza di una cosa non implica necessariamente l'esistenza di un'altra cosa, il ragionamento a priori non svolge in lui alcun ruolo, come invece avveniva nelle precedenti discussioni sulla causalità. Neppure l'esperienza garantisce una vera certezza nella determinazione dei rapporti causali: Dio, infatti, potrebbe aver fatto a meno della causa secondaria, e aver appiccato direttamente il fuoco al tessuto. Persino in condizioni ideali di osservazione di ripetute sequenze di eventi, sarebbe impossibile identificare con certezza lo specifico agente causale. In questo modo, Ockham sembrava minare dall'interno l'idea aristotelica, che nel secolo XIII era stata largamente accettata, del carattere necessario e sicuramente conoscibile dei rapporti di causa ed effetto.

Il pensiero di Ockham esercitò una grande influenza non solo nel secolo XIV, ma anche oltre. Alcuni pensatori da lui influenzati cercarono di abbandonare la scienza dimostrativa e si affidarono ad argomenti probabilistici. Alcuni teologi cercarono di costruire delle alternative ad Aristotele, sostenendo che, per molti problemi, era possibile ricorrere a soluzioni probabili altrettanto soddisfacenti di quelle aristoteliche. Essi affermavano che molte argomentazioni non avevano carattere dimostrativo, e potevano essere soltanto probabili. Biagio Pelacani da Parma (1345-1416), insegnante di matematica e filosofo naturale in varie università italiane, contrapponeva la matematica, che è scienza dimostrativa, alla filosofia naturale, disciplina che - a suo parere - aveva per oggetto cose non suscettibili di dimostrazione. Nel secolo XIII, Roberto Grossatesta aveva sostenuto che le dimostrazioni in fisica o in filosofia naturale erano solo probabili a differenza di quelle matematiche che erano certe. Ruggero Bacon affermava che, nella filosofia naturale, la dimostrazione doveva essere confermata dall'esperienza. "Il ragionamento - diceva -, non è sufficiente, ma l'esperienza sì"; e concludeva: "Perciò quando Aristotele dice che la dimostrazione è un sillogismo che ci dà la conoscenza, questa sua affermazione è vera se l'esperienza si accompagna alla dimostrazione, mentre non lo è se è riferita alla nuda dimostrazione". Per quanto riguarda il grado di certezza si riteneva generalmente che

quello offerto dalla filosofia naturale fosse inferiore a quello offerto dalla matematica, la quale forniva il paradigma della dimostrazione certa. La scienza dimostrativa, pur essendo discussa e considerata importante, aveva poco posto nei problemi che abitualmente formavano oggetto dei trattati sulle questioni; anche le soluzioni probabili erano rare. Il realtà, la metodologia illustrata da Aristotele negli *Analitici secondi* era poco usata per la soluzione dei problemi reali. Sotto quest'aspetto, i filosofi naturali del Medioevo non erano molto diversi dallo stesso Aristotele, il quale solo in pochi casi aveva applicato la sua metodologia scientifica alla soluzione di problemi reali.

Benché Aristotele avesse mostrato come si doveva usare il sillogismo per produrre delle dimostrazioni scientifiche nella filosofia naturale, molti filosofi naturali del Medioevo non ritenevano le questioni e i problemi di filosofia naturale scientificamente dimostrabili per mezzo della ragione o dell'esperimento. Solo risposte probabili, plausibili o congetturali era possibile dare a centinaia di questioni secondo i principî fisici e metafisici in voga allora. I principali strumenti di analisi erano la metafisica, la teologia e i ragionamenti controfattuali, svolti sovente in forma di esperimenti mentali ed espressi nel linguaggio delle impossibilità naturali. In un simile contesto, l'esperienza e l'osservazione svolgevano un ruolo del tutto secondario. Raramente nella filosofia naturale si faceva ricorso all'esperimento o all'esperienza per la verifica della verità: i problemi erano risolti mediante ragionamenti basati su principî a priori. Dati certi principî, le cose dovevano stare in questo o in quell'altro modo. Poiché gli autori usavano gli strumenti analitici nei modi più diversi, i disaccordi erano frequentissimi. Una data questione poteva ricevere, quindi, un'ampia varietà di risposte da parte di numerosi autori che la affrontavano. Molti studiosi dell'epoca contestavano l'idea che si potessero trarre conclusioni matematiche dai primi principî; Biagio da Parma affermò: "Nella filosofia naturale ciò non è possibile, perché la materia delle cose naturali non è suscettibile di dimostrazione". Nella filosofia naturale c'era accordo sulla macrostruttura e su certi principî fondamentali, ma non sui particolari operativi. La filosofia naturale consisteva, in gran parte, nell'applicazione di concetti aristotelici a una quantità di problemi nell'ambito della macrostruttura originale. Questo tipo di "più o meno" era caratteristico della filosofia naturale del Medioevo e sembrava soddisfacente ai filosofi naturali che lo avevano prodotto.

I filosofi naturali del Medioevo differivano dagli scienziati della prima Età moderna sotto due importanti profili: non si avvalevano in modo regolare dell'esperimento come mezzo di conoscenza del mondo, e mancavano del concetto di progresso scientifico. La loro incapacità di sviluppare il metodo sperimentale derivò forse in parte anche dal concetto di sostanza, che essi ereditarono da Aristotele. Per questi ogni sostanza possedeva un suo principio interno che ne guidava l'esistenza e lo sviluppo e operava quasi sempre in armonia con il suo ambiente esterno. La scienza aveva il compito di identificare e comprendere il modo di operare di questi principî interni o forme. In un mondo costituito da queste sostanze gli esperimenti controllati non avrebbero dati buoni risultati, perché avrebbero interferito con l'ambiente proprio di ciascuna sostanza e ci avrebbero impedito di comprenderne la vera natura. Gli esperimenti che non interferivano con l'ambiente di una sostanza non avrebbero fornito maggiori informazioni di quelle ottenibili osservando le sue operazioni naturali. Perciò gli esperimenti sarebbero stati, nella peggiore delle ipotesi, d'intralcio e, nella migliore delle ipotesi, superflui.

Perlopiù la scienza del tempo come strumenti metodologici utilizzava, a parte il sillogismo, la generalizzazione induttiva: un principio indimostrabile poteva essere costruito sulla base di uno o due esempi positivi e nessun controesempio; ulteriori esempi potevano soltanto rafforzare la fiducia in quel principio, ma non aumentarne la validità. Un'altra tecnica molto usata fu il principio di semplicità che, nella sua forma fondamentale, era stato enunciato da Aristotele: "La natura non fa mai niente di superfluo

o di vano". Nel Medioevo esso fu perfezionato e fu definito come il "rasoio di Ockham", dal nome di Guglielmo di Ockham. Questi, pur ritenendo che il suo principio di semplicità fosse applicabile solo ai pensieri e non alle cose, ne dette varie versioni, applicabili ai primi come alle seconde. Ockham affermava: "ciò che può essere fatto con un numero di mezzi minore, inutilmente è fatto con un numero maggiore"²⁴⁶. Oltre a questi principî, i filosofi naturali della scolastica si servirono anche di argomenti che facevano riferimento alla nobiltà e alla gerarchia. Era opinione universalmente accettata che alcune cose fossero migliori di altre, e che esistessero, in natura, gradi diversi di bontà e di virtù. Aristotele introdusse questa idea nella sua filosofia naturale, sotto forma di una scala delle realtà naturali (la *Scala Naturae*). Nella regione terrestre gli oggetti inanimati erano collocati sul gradino più basso della scala, seguiti dalle piante, dagli animali e dagli esseri umani. Poiché la regione terrestre era il regno dell'incessante cambiamento, si riteneva che la regione celeste, nella quale non esisteva nessun mutamento di sostanza, di quantità e qualità, fosse incomparabilmente migliore e più nobile di tutte le cose, a eccezione della vita umana e dell'anima immortale ad essa associata. In generale, le cose erano reputate più nobili, e quindi "migliori", quanto più lontane si trovavano dalla Terra. Un altro potente strumento analitico comportava l'uso dell'immaginazione: venivano immaginate delle condizioni che secondo la filosofia naturale aristotelica sarebbero state impossibili, e ne venivano tratte determinate conseguenze. Erano ipotesi controfattuali *secundum imaginationem*, come i filosofi naturali le definivano sinteticamente. La Condanna del 1277 ebbe un ruolo significativo nella genesi di questo tipo di ragionamento. Molti articoli colpiti da quella condanna spinsero i filosofi ad ammettere che Dio, con la sua potenza assoluta, fosse in grado di fare tutto ciò che gli piaceva, eccettuata una contraddizione logica. Alcuni esempi controfattuali di questo genere furono la possibile esistenza di altri mondi; la possibile esistenza di spazi vuoti nell'universo e al di là di esso; la possibilità che Dio faccia muovere il nostro mondo di moto rettilineo. In ognuno di questi esempi, i filosofi naturali del Medioevo cercavano di ricavare da quelle premesse determinate conseguenze entro il quadro accettato della fisica aristotelica, benché le loro ipotesi di partenza fossero impossibili nel sistema di Aristotele²⁴⁷. Ne emerse tutta una serie di interessanti congetture (o di esperimenti mentali, come oggi li chiameremmo), che sfidavano, e in certi casi sovvertivano, alcuni principî aristotelici. Le metodologie sopra descritte, furono altrettante elaborazioni dell'eredità culturale greco-araba. Alcune di esse si basavano su assunzioni a priori, di carattere metafisico; ma tutte furono usate come strumenti per migliorare e rafforzare le argomentazioni. In definitiva, i filosofi naturali non reputavano la filosofia naturale come sostanzialmente diversa dalle scienze esatte. Le applicazioni della matematica alla filosofia naturale avevano, di solito, un carattere puramente ipotetico, avulso dall'indagine empirica. Erano spessissimo delle esercitazioni puramente formali, basate su ipotesi arbitrarie e su argomentazioni logiche. Raramente i filosofi naturali del Medioevo esigevano che le loro conclusioni corrispondessero al mondo "reale". In pratica, essi non avevano alcun interesse a verificare le loro ipotetiche conclusioni, mettendole a confronto con la realtà fisica. Era una filosofia naturale senza natura. Via via che aumentava l'interesse per il trattamento matematico delle qualità, perdevano interesse gli aspetti teologici e metafisici dei mutamenti qualitativi, che tanta importanza avevano avuto nelle prime fasi di quel processo. Gli autori che si occuparono di questo argomento tra la fine del secolo XIV e il XVI furono chiamati "calcolatori", un termine che bene indicava il loro sforzo di misurare - con tecniche matematiche -

²⁴⁶ Inutile dire, che per questo rigoroso pensatore, il "rasoio" non era applicabile all'operato divino: "Dio fa molte cose per mezzo di un numero maggiore di cose, anche se potrebbe farlo per un numero minore, semplicemente perché Egli così vuole".

²⁴⁷ Ivi, pp. 212-223.

l'aumento e la diminuzione di intensità delle qualità, come se queste fossero state delle grandezze estese. Nel secolo XIV la filosofia naturale fece ampio ricorso al linguaggio della matematica e della misura. I teologi si appropriarono avidamente di questo nuovo e appassionante linguaggio, usandolo per risolvere non solo i difficili problemi del libero arbitrio e del peccato, ma molti altri problemi. Questo stile ipotetico e quantitativo introdusse importanti cambiamenti nelle tecniche della teologia. Le soluzioni di molti problemi teologici furono ricercate per mezzo di varie tecniche di misurazione, di natura quasi logico-matematica, attinte alla filosofia naturale. Le tradizionali questioni teologiche vennero spesso riformulate in termini quantitativi per consentire una facile applicazione dell'analisi logica e matematica.

La struttura complessiva dell'universo fu ridisegnata sulla base di una sintesi tra le nuove conoscenze e la preesistente immagine del mondo cristiana ed era piuttosto semplice²⁴⁸. Il cosmo era un composto, costituito in gran parte di materiali cosmologici tratti dalla filosofia naturale di Aristotele²⁴⁹, ma anche di idee tratte dalle Sacre Scritture (e in special modo dal racconto della creazione contenuto nella *Genesi*) e di concetti e di dogmi tradizionali intorno alla divinità, agli angeli e alle anime che si erano sviluppati all'interno della teologia cristiana. Il cosmo era un'unica ed enorme sfera materiale, finita e piena di materia in ogni sua parte. Questa sfera era suddivisa in molte sottosfere, incapsulate una dentro l'altra. All'interno di questa enorme sfera e delle sue sottosfere esistevano due regioni radicalmente differenti: la regione celeste e la regione terrestre. La prima aveva inizio a partire dalla superficie concava della sfera lunare e saliva fino alla sfera delle stelle fisse e oltre, fino al cielo empireo, la sfera estrema dell'universo, dove si supposeva vivessero le anime beate in luminoso splendore. La regione celeste era piena di un etere perfetto e incorruttibile, una delle cui proprietà principali consisteva nel muoversi di un moto circolare uniforme o nell'essere mosso da qualcos'altro: un'intelligenza o un angelo. Composto di quest'etere così straordinario - e disposte concentricamente in numero da otto ad undici, secondo la comune opinione - le sfere celesti si muovevano di moto circolare uniforme intorno al centro del nostro universo sferico, trasportando nel loro movimento le stelle fisse e i sette pianeti, uno per ogni sfera. La regione terrestre, che cominciava subito al di sotto della superficie concava della sfera lunare, scendeva fino al centro geometrico dell'universo. A differenza della regione celeste, la regione terrestre o sublunare era caratterizzata da un incessante cambiamento, e i corpi imperfetti e corruttibili in essa contenuti erano soggetti a un ininterrotto processo di nascita e di morte. Questi corpi terrestri erano composti da quattro elementi, ordinati in una successione di quattro orbite concentriche, ognuna delle quali fungeva da luogo naturale di ciascun elemento. In ordine discendente a partire dalla superficie concava lunare, la prima sfera era il luogo naturale del fuoco; la seconda il luogo naturale dell'aria; la terza dell'acqua; la quarta della terra. Ogni movimento possedeva un'innata capacità di muoversi di moto naturale verso il suo luogo naturale. In ogni corpo, l'elemento dominante determinava la direzione del moto naturale del corpo, che si dirigeva sempre verso il luogo naturale dell'elemento dominante. Se non ostacolati, i corpi terrestri - pesanti per natura - cadevano sempre in modo naturale verso il centro dell'universo, mentre i corpi ignei, considerati

²⁴⁸ Basti pensare alla concezione dantesca espressa nella cosmologia descritta da la *Divina Commedia*. Il sommo poeta riprendeva una concezione che era anche della scienza fisica del tempo: la terra e i cieli non avevano nessun punto in comune; secondo gli studiosi medievali essi erano mondi separati, anche se, in un più ampio sistema di pensiero, essi si riunivano insieme a formare un cosmo coerente.

²⁴⁹ Due grandi sistemi cosmologici fecero il loro ingresso nell'Occidente europeo nel secolo XII: quello di Aristotele e quello di Tolomeo. Le idee più importanti di ognuno di essi si trovavano esposte in numerose opere. Il pensiero cosmologico di Aristotele è contenuto, in gran parte, nel *Cielo*, nella *Fisica*, nella *Metafisica* e nella *Meteorologia*, mentre le idee cosmologiche di Tolomeo sono esposte fondamentalmente nelle sue *Ipotesi sui pianeti*, nell'*Almagesto* e nel *Tetrabiblos*, un'opera di astrologia.

come assolutamente leggeri, salivano verso la concavità lunare. I due elementi intermedi, l'acqua e l'aria, producevano un duplice effetto, secondo la loro collocazione: i corpi acquei salivano quando si trovavano nel luogo naturale della terra, e cadevano quando erano ubicati nel luogo naturale del fuoco, mentre i corpi aerei salivano quando si trovavano nei luoghi naturali dell'acqua e della terra, e cadevano quando erano ubicati nella regione del fuoco. La regione celeste, in quanto incorruttibile, era considerata più perfetta, e quindi più nobile, di quella terrestre. In base al principio, quasi unanimemente accettato, che un corpo più nobile può influire su un corpo meno nobile, mentre è impossibile il contrario, si pensava che gli incorruttibili corpi celesti regolassero il comportamento dei corpi organici ed inorganici della regione terrestre, soggetti a corruzione. I corpi celesti esercitavano questo potere irraggiando in modo continuo una varietà di influenze che fluivano unidirezionalmente dai cieli verso la terra. Con la semplicità della sua struttura fondamentale, rappresentata da una sfera di sfere concentriche inserite l'una dentro l'altra e comprendenti la regione terrestre e la regione celeste, questo schema dell'universo soddisfece psicologicamente e intellettualmente gli uomini di cultura europei per quasi quattrocentocinquanta anni²⁵⁰.

Nonostante significativi allontanamenti dalla filosofia naturale aristotelica, l'aristotelismo non si trasformò in qualcosa di nuovo, e forse non avrebbe potuto farlo. Fin dal suo ingresso in Europa, la filosofia naturale aristotelica ebbe una straordinaria ampiezza. Nel corso dei secoli, molti aspetti fondamentali dell'aristotelismo furono cambiati. I seguaci medievali di Aristotele modificarono di frequente le loro opinioni, sostituendo nuove interpretazioni alle vecchie: ma le vecchie e le nuove talvolta convissero assieme, sì che l'aristotelismo ospitò nel suo seno opinioni contrastanti. Esso diventò un vasto *corpus* di conoscenze di filosofia naturale, al tempo stesso elastico e assorbente. Col passar dei secoli e l'ingresso in Europa di filosofie rivali, queste tendenze si intensificarono. Nel XVI e XVII secolo, alcuni filosofi naturali aristotelici cercarono di adeguarsi alle nuove idee, e in modo particolare alla nuova scienza sviluppatasi dopo l'avvento del copernicanesimo. Ma era ormai troppo tardi: i loro sforzi non ebbero successo. L'aristotelismo non poteva essere trasformato in qualcosa di simile al newtonianesimo: non era più un rispettabile rivale della nuova scienza. Tutto quel che di utile la filosofia naturale aristotelica poteva ancora possedere dovette essere incorporato nella nuova scienza, in una concezione del mondo completamente diversa.

Durante l'aristotelismo, i principi fondamentali di questa dottrina non solo non furono mai contestati in modo esplicito, ma trovarono tutta una serie di applicazioni che avrebbero sorpreso o addirittura sconcertato Aristotele. Nella filosofia naturale aristotelica la maggior parte delle opinioni e delle interpretazioni erano essenzialmente irrefutabili, e ciò dava loro un'aria di indistruttibilità. Come filosofia naturale nella quale la matematica, l'esperimento e la previsione svolgevano un ruolo insignificante per la scoperta della struttura e delle operazioni della natura, nessun contro argomento o prova poteva facilmente scalfirla, e tanto meno demolirla. Gli aristotelici adottarono semplicemente alcune nuove idee e le incorporarono nella matrice esistente dell'aristotelismo, che diventò semplicemente più ampia e complessa, anche se incoerente. Nessun serio sforzo fu fatto per fondere il nuovo col vecchio in modo da dar vita a un aristotelismo più vitale. Quando la fisica matematica raggiunse, nel XVII secolo, una fase di sviluppo nella quale poté spiegare e prevedere i fenomeni in un modo che per la filosofia naturale aristotelica era assolutamente impossibile, il destino di quest'ultima fu segnato. L'aristotelismo non conobbe più alcuna evoluzione, semplicemente si spense. In realtà la fiducia nella filosofia naturale aristotelica aveva subito una progressiva erosione nel corso del XVI e XVII

²⁵⁰ Ivi, pp. 200-202.

secolo. Due eventi di grande importanza, avvenuti a più di un secolo di distanza l'uno dall'altro, l'avevano minata dall'interno. La scoperta del Nuovo Mondo ad opera di Colombo nel 1492 distrusse la visione nautica e medievale della Terra. Gli uomini di cultura europei si resero conto che la conoscenza della Terra da parte di Aristotele, e degli antichi in generale, non solo era stata largamente insufficiente, ma spesso anche completamente errata. Cominciò il lungo processo che si sarebbe concluso con la distruzione dell'aristotelismo. Il secondo prodigioso evento ebbe luogo nel 1610, quando Galileo rivolse verso il cielo il telescopio di recente invenzione e scoprì i satelliti di Giove, oltre a una quantità di stelle che non erano mai state viste prima. Galileo fece per il cosmo quello che Colombo aveva fatto per la Terra: rivelò l'inadeguatezza delle conoscenze antiche medievali²⁵¹.

Solo nel XVI e XVII secolo l'aristotelismo, dunque, fu seriamente contestato. Le divergenze dalla filosofia naturale aristotelica acquistarono importanza dopo l'ingresso nell'Europa occidentale di nuove visioni del mondo: un processo che, cominciato nella seconda metà del secolo XV con la traduzione dal greco in latino delle opere di Platone, continuò nel XVI secolo. Ebbe inizio così una nuova ondata di traduzioni, questa volta quasi esclusivamente dal greco in latino. Si profilavano nuove dottrine e nuove filosofie rivali dell'aristotelismo. Dai manoscritti greci conservati negli archivi europei, o portati in Europa dai greci che si erano rifugiati in Occidente per sottrarsi al furibondo attacco sferrato dai turchi contro Costantinopoli nel secolo XV, emersero dottrine come lo stoicismo, il platonismo, il neoplatonismo, l'ermetismo e l'atomismo. Anche un grande classico in lingua latina svolse un ruolo significativo nello sviluppo della nuova scienza: dopo secoli di oscurità, il *De rerum natura* di Lucrezio emerse, all'inizio del secolo XV, come un grandioso sistema cosmico e una completa esposizione dell'atomismo, che servì da contraltare a quella ostile di Aristotele, che - fino a quel momento - era stata, in Europa, la più autorevole esposizione della filosofia atomistica. Sotto la pressione di queste filosofie rivali, l'aristotelismo tradizionale fu costretto a trasformarsi e ad adeguarsi: cambiò quindi anche la definizione di aristotelismo ed aristotelico. "Aristotelici" e "filosofi naturali" non furono più termini coestensivi.

²⁵¹ Butterfield, Herbert (1998), op. cit., pp. 70-71.

V.3 Configurazioni narrative: lo Scolastico

Nel basso Medioevo, in Europa, avviene un grande cambiamento. Gradualmente l'identità tra realtà e irrealtà, che si era così vigorosamente affermata nel mondo cristiano-feudale, cominciò a dissolversi. L'area della realtà naturale sensibile acquisì lentamente una sua autonomia e cominciò a divincolarsi dal soprannaturale e dal sacro. Il mondo, la natura, assunsero una dimensione propria. Già con Abelardo (1079-1142), seppur in maniera pionieristica, comincia ad affermarsi una visione del mondo slegata dai modelli della tradizione e più centrata sulla possibilità di una conoscenza di tipo individuale. Fu però con Ockham e il suo nominalismo che si diede un'altra decisiva spallata alla concezione del "realismo epistemologico"²⁵². Secondo Ockham infatti bisogna fare una distinzione tra le cose da una parte e i segni, le parole, gli universali dall'altra. Così, questo straordinario pensatore ha letteralmente invertito la direzione che ha seguito tutto il pensiero cristiano, da Agostino in poi. Invece di domandarsi in che modo l'individuo (così come le cose) derivino dalla loro natura universale, com'era sempre avvenuto e come i realisti ritenevano, pretese di spiegare come in un mondo composto da individui fosse possibile avere conoscenze che non siano individuali. Desideroso di restituire a Dio la sua principale caratteristica, l'onnipotenza²⁵³, affermò che in virtù di questa sua essenziale caratteristica niente dovesse limitare l'assoluta libertà della Sua volontà. Neanche il cosiddetto "ordine" del mondo. Perché se si presume ch'esso sia l'effetto della volontà divina, la sua volontà sarebbe limitata dalla stessa esigenza dell'ordine. "Nel qual caso si sottometterebbe Dio all'armonia, si pretenderebbe da Lui la creazione di un mondo secondo delle regole che stanno al di sopra di Dio, niente deve limitare la Sua assoluta libertà. Dunque il mondo umano dopo la caduta non è ordinato da Dio, obbedisce a delle leggi che gli sono proprie: il mondo materiale non mostra il disegno di Dio, avrebbe potuto essere altro. Solo un mondo autonomo è compatibile con la volontà illimitata e arbitraria di Dio". Nell'onnipotenza e nella libertà di Dio non solo vi è la ragion d'essere di ciò che le cose sono, ma anche la possibilità che esse siano totalmente diverse. Se ne ricava una conclusione epistemologica: se il mondo è arbitrario rispetto alla volontà divina allora possiede leggi che sono proprie e che vanno scoperte con mezzi puramente umani. Con Ockham, attraverso questa separazione, si va verso il mondo moderno²⁵⁴. L'idea dell'onnipotenza divina diventò - come si è visto - un comodo veicolo per l'introduzione di questioni sottili e puramente immaginarie, che spesso generarono risposte nuove. L'analisi di questi esperimenti immaginari, e di altri dello stesso tipo, fu condotta abitualmente sulla base dei principî aristotelici, anche se le condizioni immaginate erano "controfattuali" e impossibili nell'ambito della filosofia naturale aristotelica. In questo modo, queste risposte esclusivamente speculative non portarono al rovesciamento della concezione del mondo aristotelica ma indussero molti pensatori a metterne in discussione alcuni principî e assunti fondamentali. Si fece strada l'idea che le cose potevano stare diversamente da come le descriveva la filosofia aristotelica. La

²⁵² Concezione secondo cui ciò che esiste realmente sono le essenze, le categorie astratte di cui esempi imperfetti sono le incarnazioni empiriche. Per approfondimenti, **Landsberg, Paul-Louis** (2002), op. cit.

²⁵³ Uno dei problemi che travagliava l'epoca era rappresentato dalla contesa, tra l'idea sostenuta da alcuni che "Dio fa ciò che è giusto" e l'idea contraria "E' giusto ciò che Dio fa". La prima affermazione (San Tommaso d'Aquino e poi Gregorio da Rimini) sottolineava i limiti dell'onnipotenza divina. Egli in effetti, non può fare ciò che è contrario alla sua natura (*Potentia ordinata*). La seconda (Ockham e la sua scuola) metteva in luce l'assoluta libertà di Dio (fatto salvo il principio di non contraddizione), libertà che poteva estrinsecarsi anche nello smentire paradossalmente le leggi che Egli stesso aveva istruito (*Potentia assoluta*). Cavicchia Scalamonti, Antonio, *Dal realismo comunitario al nominalismo individualistico. Un'introduzione alla sociologia di P. L. Landsberg*, p. 23, in **Landsberg, Paul-Louis** (2002), op. cit.

²⁵⁴ **Cavicchia, Scalamonti Antonio** (2007), op. cit., pp. 43-45.

Condanna del 1277 ampliò gli orizzonti dei filosofi naturali aristotelici e rese la filosofia naturale del Medioevo più interessante di quel che altrimenti avrebbe potuto essere, producendo persino alcune significative sorprese. Le “impossibilità naturali” che furono allora esplorate in conseguenza della Condanna aggiunsero qualcosa alla filosofia naturale, ma non modificarono la struttura fondamentale di questa disciplina. Non rivoluzionarono la filosofia naturale aristotelica, né determinarono il suo abbandono.

Quantunque, nel corso del XIII secolo, alcuni teologi temessero l’influenza della filosofia naturale di Aristotele e cercassero dapprima di mettere al bando le sue opere, poi di purgarle, e infine di condannare alcune idee che limitavano la potenza assoluta di Dio, sarebbe un serio errore pensare che i teologi si opponessero alla filosofia naturale aristotelica. I teologi dissentivano ampiamente fra di loro su alcuni problemi e non avevano affatto un atteggiamento comune nei confronti di Aristotele. Ma anche i più conservatori, riconoscevano l’enorme utilità della filosofia aristotelica. Lungi dall’opporvi ad essa, la maggior parte dei teologi ne era la più convinta sostenitrice. La filosofia naturale era così importante per i teologi che un alto livello di competenza in quel campo di studi, di solito nella forma di un dottorato, era richiesto a chi voleva dedicarsi allo studio professionale della teologia. Dato l’intimo rapporto esistente nel Medioevo fra teologia e filosofia naturale, e tenuto conto del divieto imposto agli studiosi laici di applicare le loro conoscenze alla teologia, spettava ai teologi il compito di porre in correlazione le due discipline, cioè di applicare la scienza alla teologia e la teologia alla scienza. Poiché, di solito, erano stati educati a fondo in entrambe le discipline, i teologi medievali erano in grado di collegare con relativa facilità e fiducia la filosofia naturale alla teologia, applicando la scienza e la filosofia naturale all’esegesi delle Sacre Scritture, esaminando le possibilità ipotetiche del mondo naturale alla luce del concetto dell’onnipotenza divina, o facendo sovente appello ai testi delle Scritture per sostenere o contestare determinate idee e teorie scientifiche. I teologi godevano di una notevole libertà intellettuale, e raramente permettevano alla teologia di ostacolare le loro indagini sul mondo fisico. Se vi fu la tentazione di costruire una “scienza cristiana”, essi vi resistettero con successo. I testi biblici non erano usati per “dimostrare” le verità scientifiche con un cieco appello all’autorità divina.

Se i teologi avessero deciso di opporsi alle dottrine di Aristotele come pericolose per la fede, quelle dottrine non avrebbero potuto diventare il principale oggetto di studio nelle università. Ma i teologi non avevano alcuna ragione di opporsi ad esse. Per lunga tradizione, il cristianesimo occidentale era abituato a utilizzare a proprio beneficio il pensiero pagano. Come seguaci di quella tradizione, i teologi si servirono della cultura greco-araba nello stesso modo, come un gradito apporto che avrebbe accresciuto la loro comprensione delle Scritture. L’atteggiamento positivo dei teologi medievali verso la filosofia naturale, e la loro convinzione di poterla utilizzare per la delucidazione dei problemi teologici, vanno visti come il prodotto di un atteggiamento di carattere generale sviluppatosi nei primi quattro o cinque secoli del cristianesimo. L’approccio dell’Occidente verso la scienza e la filosofia naturale superò, alla fine, questa concezione ancillare. Ma possiamo ragionevolmente supporre che, ancor prima che ciò accadesse, nelle facoltà universitarie ove si insegnavano materie laiche molti pensatori della scolastica, o addirittura la maggior parte di essi, si dedicassero allo studio autonomo della scienza e della filosofia naturale aristotelica. La filosofia naturale divenne il loro principale oggetto di studio, perché non avevano studiato teologia e gli statuti universitari proibivano loro di discuterla seriamente. Esclusi dal campo della teologia, i docenti di discipline laiche erano professionalmente interessati allo studio della filosofia naturale. Per effetto dell’atteggiamento positivo dei filosofi naturali e dei teologi verso la scienza e la filosofia naturale, queste discipline furono trattate con il massimo rispetto. Da lungo

tempo non avevano più bisogno di giustificazioni per esistere ed essere studiate. Gli insoliti sviluppi che diedero vita a una classe di filosofi teologico-naturali servono come chiave di lettura del destino della scienza e della filosofia naturale nell'Occidente europeo durante il Medioevo. La sorprendente mancanza di conflitti tra teologia e scienza è attribuibile alla formazione di questa classe di filosofi teologico-naturali, competenti in entrambe le discipline e capaci, quindi, di collegarle con relativa facilità. Essi furono in grado di farlo perché il cristianesimo si era da tempo adeguato al pensiero laico. Alcune occasionali manifestazioni di ostilità nei confronti della filosofia naturale, come quelle che avvennero all'inizio del secolo XIII, quando le opere di Aristotele furono messe al bando per alcuni anni a Parigi, e verso la fine dello stesso secolo, quando il vescovo di Parigi pronunciò la Condanna del 1277, costituirono delle aberrazioni di importanza relativamente secondaria se guardate entro l'arco complessivo della storia del cristianesimo occidentale²⁵⁵.

L'aristotelismo fu qualcosa di molto più ampio delle opere di Aristotele e dei commenti latini (e, assai prima, greci ed arabi) che le illustrarono. La filosofia naturale aristotelica fu inclusa nella teologia. Fu integrata nella medicina; anche i teorici della musica ritennero talvolta conveniente ricorrere ad alcuni concetti della filosofia naturale per spiegare temi ed idee musicali. In gran parte a causa del fatto che le opere di Aristotele formavano la base del curriculum di studi delle università medievali, l'aristotelismo diventò il principale, e praticamente incontestato, sistema intellettuale dell'Occidente europeo. Esso non solo fornì i meccanismi esplicativi dei fenomeni naturali, ma agì anche come gigantesco filtro attraverso il quale veniva osservato il mondo.

I cambiamenti della cristianità in questo periodo non si limitano a una rinascita della cultura antica, anche se, gli uomini del Medioevo amavano travestire in generale le loro innovazioni considerandole una rinascita. In questo periodo s'avvia uno sviluppo decisivo di una cultura e una mentalità nuove. Si forma un nuovo umanesimo cristiano, di carattere positivo, che costituirà uno strato nella lunga elaborazione dell'umanesimo europeo e occidentale. In esso si afferma l'uomo fatto a immagine di Dio, e non più soltanto peccatore schiacciato dal peccato originale. Inoltre, accanto alla fede, trasformata ma sempre vitale, l'XI e soprattutto il XII secolo ridefiniscono due nozioni fondamentali, destinate ad un duraturo successo, che costituiranno il quadro del pensiero europeo occidentale: l'idea di natura e l'idea di ragione.

Il cristianesimo afferma con forza ancora maggiore nel XII secolo e nel periodo successivo una nuova immagine dell'uomo in rapporto a Dio. L'uomo dell'alto Medioevo era annichilito davanti a Dio. Nuove letture della Bibbia portano a riflettere sul testo della *Genesi*. Teologi, canonisti, predicatori, sottolineano l'affermazione che Dio ha fatto l'uomo a sua immagine e somiglianza. Questa immagine umana sopravvive alla macchia del peccato originale. L'obiettivo della propria salvezza è ora preceduto da uno sforzo dell'uomo per incarnare, già nel mondo terreno, questa somiglianza con Dio. D'ora in avanti l'umanesimo cristiano si fonda su questa somiglianza. Esso si richiama a due elementi più o meno intrecciati sin dagli inizi del cristianesimo, anche dai Padri della Chiesa e dallo stesso Agostino, vale a dire - come si è accennato -, la natura e la ragione. Nell'alto Medioevo ha dominato una concezione simbolica della natura. Sant'Agostino tende ad assorbirla nel soprannaturale e, ancora nel XII secolo, s'assimilerà la natura a Dio. La distinzione tra naturale e soprannaturale, la definizione della natura come un mondo fisico e cosmologico specifico, si sviluppa nel XII secolo. Fondamentali furono gli apporti delle concezioni ebraiche e arabe, e ancor più l'introduzione in Occidente delle opere dimenticate dell'Antichità greca, soprattutto Aristotele e la sua nozione di

²⁵⁵ Grant, Edward (2001), op. cit., pp. 127-130.

sublunare. L'idea di natura coinvolge l'insieme del pensiero umano e dei comportamenti degli uomini. Insieme con la natura, nel XII secolo è promossa la ragione, elemento ancora più caratteristico della condizione umana²⁵⁶.

Vi furono altri fattori decisivi nella produzione dei mutamenti intellettuali avvenuti nel secolo XII; cambiò notevolmente l'atteggiamento verso le autorità tradizionali e verso la natura stessa. In relazione alla nascita delle università²⁵⁷, l'idea che Dio fosse la causa immediata e diretta di tutte le cose diede origine a una concezione del mondo secondo la quale gli oggetti naturali erano capaci di agire direttamente l'uno sull'altro. Dio aveva conferito alla natura il potere e la capacità di causare le cose: aveva fatto di essa un'entità auto-operante. L'universo veniva, in tal modo, oggettivato e concepito come un tutto armonioso, bene ordinato, retto da leggi e autosufficiente, che poteva essere indagato dall'intelletto umano. Il mondo veniva trasformato concettualmente da un'entità imprevedibile e casuale in un meccanismo funzionante con regolarità, in una *machina*, come fu frequentemente chiamato nel XII secolo. Si sviluppò il concetto di "corso normale della natura", secondo il quale la natura operava in modo regolare ed uniforme. Le normali attività della natura potevano essere sospese solo per intervento divino: un intervento che talvolta veniva interpretato come espressione di un piano divino di cui gli esseri umani erano inconsapevoli. I teologi di mentalità tradizionale sentivano come una minaccia questo nuovo interesse per l'attività della natura. Tutti coloro che erano imbevuti del nuovo spirito di ricerca pensavano che i fedeli avessero il dovere di scoprire le leggi della natura²⁵⁸. La natura, o l'universo, era un'entità che si doveva studiare per meglio comprendere la creazione divina. Tuttavia, nell'assolvimento di questo nobile compito la guida era la filosofia, non la Bibbia. Dio doveva essere invocato come causa esplicativa solo quando non era possibile ricorrere a cause naturali. Negli annali della Cristianità il potere della ragione fu esaltato come mai era avvenuto prima di allora.

Whitehead metterà in evidenza il grande contributo dato dal Medioevo alla formazione del movimento scientifico: "Intendo parlare della fede inespugnabile che ogni evento particolare può essere correlato, in modo perfettamente definito, ai suoi antecedenti e fungere da esempio di principi generali. Senza questa fede l'enorme lavoro degli scienziati sarebbe disperato. È questa fede istintiva, vivamente sostenuta dall'immaginazione, che costituisce il principio motore della ricerca: v'è un segreto e questo segreto può essere svelato. Come si è insediata così saldamente nello spirito europeo questa convinzione? Se paragoniamo il "tono" del pensiero europeo con l'atteggiamento delle altre civiltà abbiamo la sicura impressione che il primo sia originato da una sola fonte. Non può infatti che provenire dalla concezione medievale, che insisteva sulla razionalità di Dio, al quale veniva attribuita l'energia personale di *Yahvèh* e la razionalità di un filosofo greco. Ogni particolare era controllato e ordinato: le ricerche sulla natura non potevano sfociare che nella giustificazione della fede nella razionalità. La mia tesi è che la fede nella possibilità della scienza, nata prima dello sviluppo della teoria scientifica moderna, è un derivato inconsapevole della teologia medievale"²⁵⁹.

²⁵⁶ **Le Goff, Jacques** (2009), op. cit., pp. 98-104.

²⁵⁷ Le Goff dirà: "Non mi pare che sia stata finora abbastanza valutata la novità di un'attività, di una promozione intellettuale e sociale fondata su un sistema fino ad allora sconosciuto: l'esame, che si apriva modestamente una via fra il sorteggio (cui avevano fatto ricorso, entro limiti piuttosto ristretti, le democrazie greche) e la nascita. Ben presto mi avvidi che quegli universitari, sorti dal movimento urbano, ponevano problemi paragonabili a quelli dei loro contemporanei, i mercanti. Gli uni e gli altri, agli occhi dei tradizionalisti, vendevano beni che appartenevano solo a Dio: la scienza, in un caso, nell'altro il tempo". **Le Goff, Jacques** (2000), op. cit., p. IX.

²⁵⁸ **Le Goff, Jacques** (2008), op. cit., pp. 52-54.

²⁵⁹ **Whitehead, Alfred N.** (1979), op. cit., pp. 30-31.

La nuova base teorico-teologica, metafisica e insieme scientifica giustificò dunque un mutamento cosmologico in cui fu determinante l'incontro - determinato dal nuovo paesaggio urbano²⁶⁰ - del tempo della Chiesa col tempo degli uomini che agivano nel mondo, nella storia, e in primo luogo nella loro professione²⁶¹. Così il mercante - in un'età in cui l'incremento quantitativo allarga i suoi orizzonti e dilata la sua azione, senza che le strutture economiche siano fundamentalmente mutate - è ormai in grado di usare ed abusare del tempo. Diviene di importanza fondamentale notare la dialettica fra le nuove concezioni legate all'ascesa di questa nuova categoria professionale e l'evoluzione delle idee riguardanti il tempo presenti nelle opere dei maestri scientifici alla svolta fra il secolo XIII e il XIV. Nell'ambiente universitario dell'epoca la critica della fisica della metafisica aristoteliche, e in pari tempo le speculazioni matematiche e le ricerche scientifiche concrete, fecero emergere nuove idee sul tempo e sullo spazio. Sappiamo che la cinematica, con lo studio del moto uniformemente accelerato ne esce trasformata. Non basta questo per indurre a sospettare che, con il movimento, proprio il tempo si trova colto in una prospettiva nuova? Forse c'è un nesso più stretto di quanto si creda e di quanto essi stessi, senza dubbio, pensassero fra le lezioni dei maestri di Oxford e di Parigi e le imprese dei mercanti di Genova, di Venezia, di Lubecca, al tramonto del Medioevo. Forse proprio sotto la loro azione congiunta il tempo si spezzò e il tempo dei mercanti si liberò del tempo biblico, che la Chiesa non seppe conservare nella sua ambivalenza fondamentale. Nonostante nel basso Medioevo questi cambiamenti siano in fase iniziale, la scossa del quadro cronologico conosciuta dal secolo XIV produsse mutamenti negli *habitus* psichici. Nella scienza medesima - come si è anticipato -, cioè nella scolastica scientifica, l'apparizione di una nuova concezione del tempo, di un tempo che non è più un'essenza, ma una forma concettuale, al servizio dello spirito che ne usa secondo i propri bisogni, può essere misurato, diviso: diviene un tempo discontinuo. Un tempo nuovo infatti si profilò nella scolastica nello stesso momento in cui gli studi sull'*impetus*²⁶² rivoluzionarono la meccanica, e in cui la prospettiva moderna cominciò a sconvolgere la visione del mondo. Il secolo dell'orologio fu anche quello del cannone e della profondità

²⁶⁰ Poiché l'immaginario ha sempre, nella sua forma simbolica, una funzione essenziale nel Medioevo, la lotta in favore o contro la città fu combattuta nel XII secolo all'interno dell'immaginario biblico. Due dichiarazioni esemplari possono sintetizzarla. Quando il mondo dei maestri e degli studenti popolò in misura crescente Parigi, san Bernardo, campione della cultura monastica nella solitudine, andò a Parigi per gridare loro: "Fuggite dal centro di Babilonia, fuggite e salvate le vostre anime, volate tutti insieme verso le città-rifugio, cioè verso i monasteri". Alcuni decenni dopo l'abate Philippe de Harvengt scrisse invece a un giovane discepolo: "Spinto dall'amore della scienza, eccoti a Parigi e hai trovato questa Gerusalemme che in tanti desiderano". Nel XIII secolo la città-Gerusalemme ha scacciato la città-Babilonia.

²⁶¹ L'ambito in cui la creatività degli europei ha determinato i maggiori progressi nel Medioevo è quello del tempo. Da una parte, il passato, in mancanza di uno studio razionale che farà la sua comparsa solo nel XVIII secolo, non è fatto oggetto di una vera e propria scienza storica, ma è comunque utilizzato, grazie allo sviluppo di una memoria che assume il rilievo di una cultura. L'Europa medievale fa leva sul passato per andare più lontano e per farlo meglio. D'altra parte, la padronanza della misura del tempo le fornisce strumenti di progresso. Se il calendario rimane quello giuliano, quello di Giulio Cesare, un'innovazione derivata dall'Antico Testamento e dal giudaismo determina l'introduzione di un ritmo che si è imposto fino ai giorni nostri: quello della settimana. Introducendo un rapporto tra il tempo di lavoro e il tempo di riposo, non solo si organizza il tempo religioso della domenica, ma si garantisce anche un più efficace impiego delle forze umane. Il valore del tempo che nasce è certamente un valore economico ma è anche un valore culturale ed esistenziale. L'Europa della fine del XV secolo è un'Europa del tempo prezioso, del tempo di cui si appropriano gli individui e le collettività che costituiranno l'Europa futura.

²⁶² La nozione dell'*impetus* non è che la traduzione in termini scientifici di una concezione basata sull'esperienza quotidiana, su un dato del senso comune: *impetus*, impressione, qualità o virtù motrice; tutto ciò è qualcosa che passa dal motore al mobile e che, essendo entrato nel mobile o avendolo permeato o impressionato, lo modifica. È necessario un certo *lasso di tempo* perché l'*impetus* possa impadronirsi del mobile. Per approfondimenti, **Koyrè, Alexandre** (1976), op. cit.; **Mamiani, Maurizio** (2002), op. cit.; **Borzacchini, Luigi** (2010), op. cit.; **Crombie, A. C.** (1970), op. cit.

del campo. Tempo e spazio per lo scienziato, come per il mercante, si trasformarono insieme. Fin dalla prima metà del XIV secolo, perdere il proprio tempo divenne un peccato grave, uno scandalo spirituale. Sul modello del denaro, per imitazione del mercante, che, almeno in Italia, divenne un contabile del tempo, si sviluppò una morale calcolatrice. L'uomo del tempo nuovo è infatti l'umanista, e anzitutto, l'umanista italiano della prima generazione intorno al 1400 - mercante lui stesso o vicino agli ambienti d'affari - che traspose nella vita l'organizzazione dei suoi affari, si regola su un impiego del tempo, con una laicizzazione significativa dell'impiego del tempo monastico. Il tempo più esattamente misurato, il tempo dell'ora, il tempo degli orologi diventa uno dei primi attrezzi dell'uomo. *Tempus donum Dei est, unde vendi non potest*. Il tabù del tempo che il Medioevo ha opposto al mercante è rimosso all'alba del Rinascimento. Il tempo che apparteneva solo a Dio è ormai proprietà dell'uomo²⁶³.

Lentamente dunque le cose sono cominciate a cambiare con l'opposizione graduale di un tempo riferito non più alla natura, ma al trascorrere uniformemente scandito da ore, minuti, secondi. Ma ciò non fu possibile prima del verificarsi di alcuni fondamentali mutamenti nell'ambito della struttura sociale, quali ad esempio lo sviluppo del processo di urbanizzazione o l'imporsi di una società dei mercanti su quella degli agricoltori. Ci si avviò dunque verso un processo di distacco dal mondo, che può essere interpretato in una duplice accezione. Innanzitutto come distacco dalla natura e i suoi ritmi; in secondo luogo come distacco dal mondo trascendente. Il tempo, da questo punto di vista, si astraeva, sciogliendo i nodi che lo tenevano legato tanto agli eventi della natura quanto a quelli divini. La tematica che emerge a questo punto può essere considerata in tutta la sua straordinaria importanza per la storia del mondo occidentale, in quanto strettamente interconnessa, tra le altre cose, alla nascita della scienza moderna. Il distacco dell'uomo dal mondo circostante e la de-divinizzazione rappresentano una *conditio sine qua non* per la nascita e lo sviluppo della scienza. Come si potrebbe pensare ad esempio di deviare il corso di un fiume per sfruttarne le forze, se al contempo permane la credenza che esso sia popolato o governato da un qualche essere divino? O se addirittura si ritiene che il fiume stesso sia una manifestazione di una divinità stessa? Come si sarebbe, insomma, potuto solo immaginare di modificare il corso e la volontà naturale dell'universo sacro? Nessun riordinamento della conoscenza collettiva può essere accettato finché non viene attribuita una qualche valenza positiva a tutto ciò che è nuovo. E nessun mutamento può essere interiorizzato finché i modelli dominanti di riferimento continuano ad essere solo ed esclusivamente quelli dettati dalla tradizione. Per giungere però alla definitiva rottura di ogni tipo di rapporto con un qualsivoglia ordine trascendente e all'affermazione di un'idea neutrale di natura e, soprattutto, manipolabile, dovrà passare ancora del tempo: siamo, però, sulla via della rivoluzione scientifica²⁶⁴.

A riprova della profonda interdipendenza tra sfere di produzione culturale differenti e a conferma dell'importanza per lo sviluppo della conoscenza scientifica di una laicizzazione delle dimensioni spazio-temporali, il caso dell'orologio è d'un'evidenza esemplare. Questo, uno dei trionfi dell'artigianato medievale, scandisce il ritmo della vita delle prime comunità medievali. È interessante notare come quasi immediatamente l'orologio modellò l'universo simbolico basso-medievale diventando il simbolo stesso dell'ordine delle cose: l'orologio è un meccanismo costruito, sottomesso ad una razionalità che gli è esterna, governato da un progetto che le sue rotelle realizzano ciecamente. Il mondo-orologio è una metafora che evoca il Dio-orologiaio, razionale costruttore di una natura robotica. Esistono un certo numero di metafore e di valutazioni all'alba della scienza classica, del suo obiettivo e dei suoi mezzi che suggerisce che ai suoi inizi si sia stabilita una certa

²⁶³ Le Goff, Jacques (2000), op. cit., pp. 23-39.

²⁶⁴ Pecchinenda, Gianfranco (2009), op. cit., pp. 126-128.

“risonanza” fra un discorso teologico e l’attività sperimentale di teoria e misura²⁶⁵. Tale risonanza potrebbe aver contribuito ad amplificare e a stabilizzare la pretesa per cui gli scienziati stavano scoprendo il segreto “della grande macchina dell’universo”²⁶⁶. Nei confronti del progresso, il Medioevo ha manifestato il massimo della tensione, al punto da offrire un’immagine paradossale. La cosmologia e forse l’habitus psichico, hanno condannato il nuovo, il progressista, lo straordinario, considerandolo un errore ed un peccato, ma nonostante ciò, sia nell’universo materiale che nella sfera intellettuale e spirituale, il Medioevo è stato un periodo creativo, di innovazioni, di straordinari passi in avanti. Le capacità di progredire che si sono affermate nel corso del Medioevo e si sono rafforzate nel XV secolo sono state di fondamentale importanza per lo sviluppo europeo. Il termine “progresso” può sembrare sorprendente. Sappiamo che la coscienza del progresso, la promozione del progresso come ideale data soltanto dalla fine del XVII secolo e si affermerà soprattutto nel XVIII secolo. Si tratta di un fiore all’occhiello dell’Età dei Lumi. Crediamo però che questo progresso abbia le sue radici nel Medioevo. L’Europa cristiana acquisisce le idee e le pratiche che assicureranno la sua incomparabile espansione a partire dal XV secolo. Nel XIV secolo l’interesse per i progressi agricoli determina la ricomparsa dei trattati di agricoltura. Da un punto di vista generale, con il mulino e le sue applicazioni, con il sistema a camme che trasforma un movimento continuo in movimento alternato, il Medioevo, nonostante la fosca immagine dominante sia contraria, è stato un periodo ricco di invenzioni. Nel Medioevo tutto è immerso nel religioso. Un religioso a tal punto onnipresente che non esiste una parola per definirlo. Tutta la civiltà, a partire dagli aspetti materiali è, secondo l’espressione del grande economista Karl Polanyi, “incorporata” nel religioso²⁶⁷. Man mano che i valori scendono dal cielo verso la terra, il limite per il progresso che potrebbe rappresentare questa strettoia religiosa si trasforma sempre di più in un trampolino verso il progresso. Il gioco tra provvidenza e fortuna si esprime sempre di meno con la ruota legata al tempo circolare e sempre più con gli sforzi delle virtù individuali e collettive degli europei²⁶⁸. Per quanto riguarda quindi il concetto di progresso scientifico i filosofi naturali non pensavano di dover promuovere, o celebrare, il progresso della conoscenza, anche se talvolta asserirono di essere andati più avanti degli antichi. Riconobbero, in certi casi, che Aristotele si era sbagliato, che le sue risposte ad alcune questioni erano inadeguate, e che non aveva preso in considerazione certi problemi affrontati dai suoi commentatori; ritennero di aver aggiunto delle correzioni e integrazioni al pensiero di Aristotele, e quindi di trovarsi, in un certo senso, più avanti di lui. Nel XIV secolo i filosofi naturali coniarono espressioni come *via moderna* e *via antiqua* per distinguere coloro che seguivano le più recenti concezioni filosofiche, chiamate “nominalismo” o “terminismo” e legate al nome di Guglielmo di Ockham, e coloro che seguivano il tradizionale “realismo”, legato ai nomi di Tommaso d’Aquino e Giovanni Duns Scoto. Nel complesso, tuttavia, i filosofi naturali del Medioevo erano convinti che la metafisica e la filosofia naturale di Aristotele, con le loro correzioni e aggiunte, fossero sufficienti a stabilire tutto ciò che poteva essere conosciuto intorno alla natura. Per riempire le rimanenti lacune della loro conoscenza,

²⁶⁵ Prigogine, Ilya; Isabelle Stengers (1999), op. cit., p. 46.

²⁶⁶ Una delle prime figure significative in tal senso, Giovanni Buridano (1290-1358), alla metà del secolo quattordicesimo, dimostrò che la sua diversa interpretazione avrebbe eliminato la necessità di Intelligenze che facessero girare le sfere celesti. Egli notò pure che la Bibbia non forniva alcuna autorità a queste forze spirituali; la dottrina degli antichi Greci, non la religione cristiana come tale, affermava la necessità di tale forze. Nicola di Oresme (1323-1382) andò anche più in là affermando che secondo la nuova teoria Dio avrebbe potuto mettere in moto l’universo come una specie di orologio, per poi lasciarlo camminare per conto suo.

²⁶⁷ Per approfondimenti, Polanyi, Karl (2000), *La grande trasformazione*, Einaudi, Torino.

²⁶⁸ Le Goff, Jacques (2009), op. cit., pp. 250-252.

dovevano semplicemente applicare i principi fondamentali della filosofia naturale aristotelica. In ciò era implicita l'idea di una continua accumulazione di conoscenze fino a quando, in linea di principio, tutto ciò che del mondo era degno di essere conosciuto fosse stato effettivamente conosciuto²⁶⁹.

In conclusione, cerchiamo di riassumere le peculiarità che caratterizzano questa complessa configurazione narrativa. L'opposizione tra il mondo sublunare - regno della corruzione e dell'imperfezione - e la regione celeste - regno dell'immutabile e della perfezione - introdotta dalla cosmologia aristotelica comporta importanti mutamenti nella produzione sociale della conoscenza scientifica. Se nell'alto Medioevo la natura era incorporata nel dominio divino e si sottraeva dunque ad un'indagine positiva, il mondo sublunare, al contrario, risultava appartenere alla sfera profana. Questa concezione determinava significative conseguenze epistemologiche: la natura poteva essere sottoposta ad un'interrogazione speculativa; si badi bene però: la dottrina aristotelica prevede esclusivamente congetture qualitative²⁷⁰. Perché possa affermarsi un tipo di conoscenza quantitativo della natura dovremo attendere Galileo. Eppure, l'introduzione di queste nuove concezioni provocano - spesso come conseguenze inintenzionali -, ripercussioni sull'affermazione di nuove visioni del mondo²⁷¹. Kojève in un suo saggio²⁷² affermava che per poter pensare la realtà sensibile come suscettibile di calcolo e misura e dunque per comprendere la natura bisogna scoprirne la legge matematica. Ma affinché alla natura si possa applicare l'astrattezza ideale della matematica, bisogna che si affermino condizioni cosmologiche che lo permettano. Egli rintraccia queste nuove condizioni nel dogma dell'incarnazione che ha costretto i cristiani a pensare che l'ideale può farsi carne. Se un Dio s'è incarnato ed ha sofferto, anche le astrazioni ideali della matematica possono essere passibili di misura nel mondo materiale.

Con lo Scolastico, si potrebbe dire, ci troviamo in una situazione di confine. La configurazione narrativa nella quale egli produce conoscenza scientifica si sostanzia in una sintesi costituita dall'unione della dottrina aristotelica e della cosmologia cristiana. Questo fa sì che s'affermi un tipo di pensiero particolare, potremmo dire ibrido. Il mondo sublunare è profano e quindi passibile d'attività speculativa ma, al contempo, essendo una creazione divina, sottostà ad un ordine che riflette la Sua perfezione. Questo fa sì che si affermi la convinzione che i fenomeni siano sottoposti a leggi causali²⁷³. È ancora presto

²⁶⁹ È improbabile che i filosofi del Medioevo credessero che un simile stadio sarebbe mai stato raggiunto. La credenza della fine del mondo in un futuro non troppo lontano, seguita dal Giudizio Universale, avrebbe probabilmente precluso una simile idea.

²⁷⁰ Il "salto ontologico" che risulterà fondamentale per l'affermazione con Galileo della scienza moderna qui evidentemente non è ancora compiuto. La concezione che nello spazio geometrico non possono aver posto che corpi geometrici e non è possibile porvi corpi reali così come teorizza Aristotele determina un blocco epistemologico. Alla base della concezione aristotelica vige questa massima: "Non bisogna confondere geometria e fisica: la fisica opera sul reale (qualitativo), la geometria soltanto su astrazioni". I tratti essenziali della scienza medievale consistono nell'unione di una metafisica finalistica con l'esperienza del senso comune.

²⁷¹ Tra gli storici e i filosofi della scienza è stato a lungo dibattuto il ruolo della Scolastica. La questione posta in sostanza era questa: la scienza moderna s'è costituita sulla base delle conquiste teoriche medievali, o in opposizione ad esse? Per approfondimenti, **Koyrè, Alexandre** (1966), op. cit.; **Koyrè, Alexandre** (1976), op. cit.; **Crombie, A. C.** (1970), op. cit.; **Grant, Edward** (2001), op. cit.; **Popper, Karl R.** (1972), op. cit.; **Popper, Karl R.** (1969), op. cit.

²⁷² Per approfondimenti, **Kojève, Alexandre** (2004), op. cit.

²⁷³ Si è visto che con Ockham s'afferma una concezione diversa: Dio ha il potere di fare qualsiasi cosa, anche di sovvertire queste leggi causali. Ciò non è in contraddizione con quanto vado affermando: la "reazione ockhamista" infatti non produce l'abbandono, o la stagnazione, della produzione sociale di conoscenza scientifica; ha invece l'effetto - a mio parere in modo completamente inintenzionale - di determinare uno spostamento dell'attenzione da un'indagine esclusivamente "razionale" (tipica degli aristotelici) verso un

per poter sottoporre l'ordine naturale a leggi matematiche ma, non per questo, va sottovalutato l'apporto che lo Scolastico ha fornito alla formazione di una nuova visione del mondo.

“empirismo radicale”. Entrambe queste concezioni, fuse in una nuova sintesi, saranno fondative della visione del mondo della scienza moderna.

Capitolo VI

La conoscenza scientifica nell'era moderna: la Rivoluzione scientifica

VI.1 Configurazioni socio-storiche: la Repubblica delle lettere

Dal XV al XVIII secolo, gli studiosi si autodefinivano regolarmente cittadini della “Repubblica delle lettere”²⁷⁴, un’espressione che esprimeva il loro senso di appartenenza a una comunità trascendente le frontiere nazionali. Si trattava essenzialmente di una comunità immaginaria, che nondimeno sviluppò costumi specifici quali lo scambio di lettere, libri e visite, per non parlare delle forme ritualizzate in cui gli studiosi più giovani esprimevano la loro deferenza nei confronti dei colleghi più affermati che potevano aiutarli ad avanzare nella carriera²⁷⁵.

Fu in questo periodo che nacque il movimento umanistico. Associato col Rinascimento fu, almeno nelle intenzioni, un movimento non di innovazione ma, appunto, di rinascita della tradizione classica. Nondimeno fu anche un movimento innovativo, in modo molto consapevole, contrapponendosi a gran parte del sapere convenzionale degli scolastici (in altre parole, ai filosofi e ai teologi che dominavano le università del Medioevo): i termini stessi “Scolastica” e “Medioevo” furono anzi conati dagli umanisti al fine di definire la propria identità più chiaramente per contrasto col passato. La maggioranza degli umanisti aveva studiato nelle università; queste divennero oggetto preferito delle loro critiche²⁷⁶. Questi svilupparono le loro idee mediante la discussione, ma i loro dibattiti non si svolsero tanto nell’ambiente universitario, dove i gruppi di tradizione consolidata erano spesso ostili ai nuovi argomenti, quanto in un nuovo genere di istituzione che essi crearono a proprio uso: l’Accademia. Ispirata da Platone, essa fu più vicino all’antico simposio che al moderno seminario. Più formale e durevole di un circolo, ma meno formale di una facoltà universitaria, l’accademia fu una forma sociale ideale nella quale sperimentare l’innovazione; a poco a poco gruppi costituiti attorno ad esse si trasformarono in istituzioni, dotate di un numero fisso di iscritti, di statuti e di riunioni regolari. Nell’anno 1600 nella sola Italia erano già state fondate quasi 400 accademie, ma istituzioni analoghe esistevano anche in altre parti d’Europa²⁷⁷. Il sostegno reale di vari Paesi fu di importanza cruciale nella fondazione di istituzioni diverse volte all’insegnamento o alla raccolta di

²⁷⁴ Chi incarnò più di tutti questo nuovo *ethos* comunitario, fu indubbiamente padre Mersenne. È rimasto celebre per la sua prodigiosa attività epistolare. Le sue lettere furono per quasi trent’anni, tra il 1620 e il 1648, il tramite più efficace delle notizie nel mondo della scienza. Per comprendere l’importanza di Mersenne, bisogna rammentare i problemi che si agitavano allora da un capo all’altro dell’Europa: gli esperimenti di Galileo sulla dinamica e le sue scoperte astronomiche, la diffusione del sistema copernicano, le polemiche contro la fisica peripatetica, le teorie meccanicistiche di Descartes, i lavori di Fermat, le esperienze barometriche. Probabilmente, se non vi fosse stato Mersenne a far da giornalista, la diffusione delle idee e degli esperimenti nella “Repubblica delle lettere” sarebbe stata notevolmente ridotta. A Mersenne più che a qualsiasi altro singolo individuo o qualsiasi altro circolo va attribuita la responsabilità di aver fatto di Parigi il centro intellettuale d’Europa negli anni compresi fra il 1630 e il 1670 circa.

²⁷⁵ **Burke, Peter** (2002), op. cit., p. 33.

²⁷⁶ Vale però la pena di notare che alcune delle figure più creative trascorsero gran parte della loro esistenza al di fuori del sistema universitario.

²⁷⁷ Il dibattito delle idee non fu in alcun modo monopolio delle accademie: nella Firenze del primo XV secolo, l’umanista Leon Battista Alberti ebbe frequenti conversazioni con lo scultore Donatello e l’architetto Filippo Brunelleschi. Un altro membro del circolo dell’Alberti fu il matematico Paolo Toscanelli, che annoverò fra i suoi interessi la geografia, in particolare le rotte marittime verso le Indie, ottenendo informazioni in materia dai viaggiatori che passavano per Firenze dopo aver fatto ritorno in Europa e venendo probabilmente in contatto con Colombo.

informazioni²⁷⁸. Il sostegno reale era importante per gli umanisti a causa dell'opposizione da loro incontrata in alcuni circoli intellettuali, la cui intensità variò a seconda delle università²⁷⁹.

Le idee degli umanisti si infiltrarono gradualmente nelle università, specie agendo in modo surrettizio sui curricula piuttosto che sui regolamenti ufficiali. Quando ciò avvenne, tuttavia, la fase più creativa del movimento umanista si era ormai chiusa: la sfida all'*establishment* ora veniva dalla "nuova filosofia", in altre parole, dalla "scienza".

Ciononostante, il prestigio e l'importanza degli universitari e delle università rimaneva grande ed è in gran parte per ragioni di prestigio che un numero crescente di principi e di città nella seconda metà del XV secolo e nel secolo XVI crearono delle università, ma le intenzioni utilitarie di questi fondatori prendevano sempre più il sopravvento sui motivi disinteressati: queste università dovevano essere innanzitutto dei vivai di funzionari, di amministratori, di magistrati, di diplomatici, di servitori del pubblico potere²⁸⁰. Il fatto del resto che l'umanesimo si sviluppasse in parte all'esterno delle università che avevano così perduto il monopolio della cultura e della scienza favoriva la loro conversione verso carriere utilitarie, in ciò facilitate anche dalla crescente laicizzazione degli universitari. Sul piano spirituale analogamente le università tendevano sempre più ad avere un ruolo soprattutto utilitario. Esse tendevano a divenire delle custodi e delle sorveglianti dell'ortodossia, ad assolvere una funzione di polizia ideologica, al servizio dei poteri politici²⁸¹. Così le università, diventando più dei centri di formazione professionale al servizio degli stati che centri di lavoro intellettuale e scientifico disinteressato, cambiavano ruolo e fisionomia sociale. Esse non erano più i crogiuoli di formazione di un'*intelligencija* originale, bensì un centro di tirocinio sociale dal quale passavano i membri delle categorie che formavano l'ossatura amministrativa e sociale degli Stati moderni, e ben presto dell'assolutismo monarchico. Non che sia facile distinguere quel che è causa o effetto di cambiamento di ruolo delle università in questo fenomeno, tuttavia, sembra che l'origine sociale degli universitari, in ogni caso degli studenti, sia notevolmente cambiata nel Rinascimento, essendo molto aumentata la proporzione degli universitari di origine borghese e soprattutto di origine nobile, il che dimostra nuovamente l'inserimento delle università nei quadri sociali dirigenti dell'era monarchica. Così il Rinascimento vede un addomesticamento delle università ad opera dei pubblici poteri, che restringe singolarmente i motivi e le possibilità di conflitto²⁸².

Le università - come si notava - ebbero comunque un ruolo importantissimo in questo periodo ed alcune, più di altre. Sia Copernico che Galileo frequentarono l'Università di Padova in importanti periodi della loro vita; e anche prescindendo da questi grandissimi nomi, si ebbero in questa università sviluppi tali da giustificare la concezione secondo la quale - ammesso che l'onore di essere stata la sede della rivoluzione scientifica possa appartenere di diritto ad un singolo luogo - tale onore dovrebbe essere riconosciuto a Padova. Il grande movimento che sorse nell'ambito della scolastica parigina del quattordicesimo secolo trovò i suoi seguaci soprattutto nelle università dell'Italia

²⁷⁸ Ad esempio Enrico III, nel Cinquecento, fu il patrono di un'accademia di corte nella quale si tenevano conferenze sulle idee di Platone, in collegamento con la cosiddetta *Accademia platonica* di Firenze.

²⁷⁹ Ivi, pp. 53-56.

²⁸⁰ Le università si sono evolute nel corso del periodo medievale. Ma questa evoluzione si è soprattutto orientata verso la degenerazione dell'ambiente universitario in casta: chiusura relativa dell'ambiente sociale (diminuzione del numero dei poveri, nepotismo), asprezza nella difesa dei privilegi come segni distintivi di casta, insistenza sempre più grande su un genere di vita da privilegiati.

²⁸¹ A dire il vero le università assolsero più o meno rigidamente a questa funzione secondo una gamma di sfumature, tra Parigi, dove la *Sorbona* si distinse nella caccia alle streghe, e Venezia (cioè soprattutto Padova, dove pare abbia regnato una grande libertà ideologica).

²⁸² Le Goff, Jacques (2000), op. cit., p. 187.

settentrionale, e qui nel sedicesimo secolo si sviluppò la dottrina dell'*impetus*²⁸³, in un tempo in cui la tradizione e gli interessi di Parigi stessa si erano allontanati da questo campo di studi. Per gli umanisti del Rinascimento Padova fu oggetto di particolare derisione in quanto era la serra dell'aristotelismo; e uno dei paradossi della rivoluzione scientifica consiste nel fatto che in tale rivoluzione ebbe una parte molto rilevante un'università nella quale Aristotele aveva una tradizione saldissima ed era stato profondamente venerato per secoli. Padova, tuttavia, si trovava in una posizione di vantaggio: era un'università nella quale si studiava ampiamente Aristotele come introduzione ai corsi di medicina, poiché a Padova la regina delle scienze, piuttosto che la teologia, come invece a Parigi, era la medicina. Galeno aveva lasciato in eredità agli studiosi di medicina l'interesse non solo per l'osservazione, ma anche per il vero e proprio esperimento, e oltre a ciò i suoi scritti avevano dato impulso a Padova a discussioni esplicite e consapevoli sul metodo sperimentale. In ogni modo, a quel tempo, le città laiche erano diventate molto laiche, e ciò si era manifestato in modo particolarmente evidente a Padova, persino nei riguardi del pensiero politico. All'università si interpretavano soprattutto le opere aristoteliche sull'universo fisico e per molto tempo lo studio fu compiuto in collaborazione con la stessa facoltà di medicina. Mentre i filosofi scolastici del Medioevo avevano inquadrato Aristotele nella loro sintesi cristiana, i padovani lo studiarono in modo molto più laico, guardando piuttosto all'Aristotele originale, nudo, senza abiti cristiani. O forse bisognerebbe piuttosto ricordare che nell'università di Padova prevaleva la tendenza ad assumere questo atteggiamento in quanto era un'università averroistica, che interpretava Aristotele alla luce del suo commentatore arabo, Averroè. Padova cadde sotto il dominio di Venezia nel 1404 e Venezia era allora, e rimase per molto tempo, lo stato d'Europa più fecondamente anticlericale. La libertà di pensiero di cui godeva Padova attirò a sé gli uomini più dotati da tutta Europa. C'è una profonda continuità storica tra il quindicesimo e il diciassettesimo secolo nelle esplicite discussioni dell'università di Padova sul metodo scientifico; dobbiamo osservare il modo nel quale Aristotele fu esautorato attraverso la semplice continuità e lo sviluppo di interpretazione dei suoi testi²⁸⁴. Verso la fine del sedicesimo secolo essi discutevano se le cause ultime dovessero avere un qualche posto nella filosofia della natura, ed ebbero idee estremamente chiare sul metodo scientifico. Galileo, che giunse all'università di Padova proprio dopo che avevano avuto luogo alcune tra le più importanti controversie in proposito, ereditò qualcosa di questo metodo e si servì della stessa terminologia quando ne discusse il carattere. Fu comunque a proposito dell'anatomia che Padova raggiunse i risultati più notevoli come scuola e come tradizione; ed è un fatto di rilevante importanza che William Harvey²⁸⁵ sia stato iniziato allo studio secondo questa tradizione, poiché l'aspetto più notevole della sua opera riguarda non solo la dissezione e l'osservazione, ma anche il vero e proprio esperimento²⁸⁶.

²⁸³ Per approfondimenti, vedi qui **nota 262**.

²⁸⁴ È stato messo in luce che nelle discussioni del quindicesimo secolo sul metodo scientifico, a Padova, si dibatté la questione del trattamento puramente quantitativo dei fenomeni (contrapposto a quello precedente, il qualitativo), e che, nel sedicesimo secolo i padovani dubitavano della vecchia concezione, secondo la quale il moto naturale, per esempio nel caso della caduta dei corpi, era il risultato di una tendenza intrinseca ai corpi stessi: essi si chiedevano se il moto non fosse invece conseguenza di una forza esercitata sul corpo.

²⁸⁵ Un sapore di straordinaria modernità è presente nella sua opera in conseguenza della natura chiaramente meccanica di molta parte delle sue indagini e delle sue argomentazioni, dell'importanza che egli annetteva a considerazioni di carattere puramente quantitativo e al valore decisivo che egli attribuiva al procedimento aritmetico. La sua rivoluzione fu dovuta alla capacità di interpretare l'intero argomento nell'ambito di un nuovo schema, e di riformulare il problema in modo da renderlo risolubile.

²⁸⁶ **Butterfield, Herbert** (1998), op. cit., pp. 58-59.

Le città italiane sono, fino alla metà del XVII secolo, i centri culturali più attivi. La Chiesa dà ancora un notevole contributo di ricercatori, provvisti di mezzi di sostentamento più o meno abbondanti. Gli ecclesiastici sono infatti molto numerosi in quest'ambito estremamente vivace di matematici, astronomi, medici, filosofi, pullulanti nelle università e nelle accademie principesche, nelle cerchie dei duchi e dei cardinali amatori di scienza, ed anche nell'ambiente degli scienziati celebri come Galileo. Anche gli ecclesiastici scienziati partecipano, come gli altri, alle discussioni e agli esperimenti. La protezione di principi²⁸⁷ e cardinali conferì lustro e prestigio alla figura dello scienziato, e ciò contribuì notevolmente alla sua evoluzione sociale. Le università, come pure le corti principesche, coltivavano una vita intellettuale molto raffinata, e gli uomini di scienza, le cui qualità venivano riconosciute, passavano continuamente dalle une alle altre secondo l'entità dei compensi che si offrivano loro, o secondo le condizioni di lavoro che speravano di trovare²⁸⁸.

Le città del tempo ebbero un ruolo centrale nella sistematizzazione del sapere. Qui si verificò un ampio processo di elaborazione o "trasformazione" del sapere che comprendeva fasi quali compilazione, controllo, revisione, traduzione, commento, critica, sintesi e, come si diceva al tempo, il "compendiare e metodizzare". Si potrebbe descrivere questo processo in termini di catena di montaggio: via via che i prodotti dell'informazione avanzavano lungo il percorso dal campo alla città, molte persone diverse aggiungevano il loro contributo. Con questi mezzi il sapere era "prodotto", nel senso che nuove informazioni erano trasformate in quello che era considerato, perlomeno dall'*élite*, come sapere. Le città sono state descritte come "centri di calcolo", in altre parole, luoghi in cui le informazioni locali provenienti da regioni diversi e riguardanti argomenti diversi venivano trasformate in conoscenza generale²⁸⁹ nella forme di mappe²⁹⁰, statistiche²⁹¹ e così via. Le città della prima età moderna potrebbero descriversi altrettanto efficacemente come centri di calcolo, critica e sintesi²⁹². L'elaborazione del sapere lungo queste linee era un'attività collettiva alla quale gli studiosi partecipavano insieme a burocrati, artisti e stampatori: questo genere di collaborazione era possibile solo in città abbastanza grandi da

²⁸⁷ Tra i molti principi italiani mecenati delle scienze, i Medici furono i più attivi e munifici e protessero per due secoli tanto le arti e le lettere, quanto le scienze. Non furono i soli a tenere presso di sé pittori, scultori e poeti, ma lo fecero con maggiore magnificenza e continuità di tutti gli altri loro contemporanei. Le accademie già nate per loro interessamento, difendevano e perfezionavano la lingua, favorivano la cultura musicale. Da questo ambiente sorsero in Italia, durante il secolo XVII, le prime accademie scientifiche.

²⁸⁸ Galileo cominciò la propria carriera come professore di matematica presso l'università di Pisa, con lo stipendio di sessanta scudi all'anno; negli stessi anni un professore celebre, che non ha lasciato tuttavia traccia notevole nella storia delle scienze, Mercurialis, guadagnava duemila scudi. Più tardi Galileo riuscì a farsi assegnare il titolo di matematico e filosofo dal granduca di Toscana, con uno stipendio di mille scudi; non esitò allora a lasciare l'università di Padova, dove era stipendiato in misura doppia, perché a Firenze era sollevato da qualsiasi obbligo di insegnamento.

²⁸⁹ Un primo esempio - come si è visto - è quello di Alessandria, con la sua famosa *Biblioteca*, dove agirono studiosi come il geografo Eratostene trasformando la conoscenza locale in patrimonio generale.

²⁹⁰ Una delle ragioni dell'aumento di interesse a livello ufficiale nei confronti delle mappe fu la loro capacità di presentare informazioni quantitative raffigurate in scala. I sovrani dell'inizio dell'età moderna e i loro ministri mostrarono un interesse crescente per le cifre oltre che per i fatti; una delle cose che li interessò particolarmente era sapere quante persone vivevano nei loro domini. I governi precedenti erano stati solo in grado di "tirare ad indovinare".

²⁹¹ Nella prima età moderna, la raccolta regolare e sistematica di informazioni divenne parte delle procedure ordinarie di governo in Europa: la crescente centralizzazione amministrativa richiese e consentì ad un tempo ai governanti del periodo di sapere molto di più sulle vite dei loro governati di quanto era stato possibile nel Medioevo. La centralizzazione portò alla nascita della burocrazia. Weber la definì come "l'esercizio del controllo sulla base della conoscenza".

²⁹² Basti pensare agli atlanti o agli scritti dei cartografi che attingevano alle relazioni orali o scritte di diversi tipi di viaggiatore, quali mercanti e diplomatici, e ne operavano una sintesi.

supportare una vasta gamma di occupazioni specialistiche. Roma, Firenze, Parigi furono tutte centri di cultura. Grazie alle loro biblioteche e ai loro professori, alcune città universitarie svolsero un ruolo nell'elaborazione di un'immensa mole di sapere. Dopo essere stato elaborato nelle città, il sapere era distribuito o riesportato a stampa. Questo non fu solo un mezzo che abbatté le barriere geografiche dislocando i diversi saperi dai loro contesti originali. Ebbe infatti un ruolo di fondamentale importanza nella diffusione della conoscenza e divenne un'ineguagliabile ausilio per la diffusione delle cognizioni scientifiche²⁹³. Alla fine del XV secolo la stampa dei testi scientifici si intensifica ovunque; gli scritti degli antichi costituirono una prima miniera da sfruttare, per la quale esisteva una grande clientela, grazie all'insegnamento delle università. Quando la stampa diventò un'attività industriale, ovviamente nel senso che questo termine poteva avere a quell'epoca, rispose ad un preciso bisogno. Il ritmo della diffusione della cultura e della circolazione delle idee divenne allora molto più rapida. Furono fondate stamperie presso le università e spesso anche per loro iniziativa; altre nacquero per iniziativa di principi o di comunità religiose. L'officina tipografica diventò il sussidio ordinario e indispensabile in ogni centro di attività intellettuale²⁹⁴. La pubblicazione di libri era un'attività che attirava l'attenzione degli uomini d'affari che già nel Quattrocento avevano cominciato a finanziare gli stampatori²⁹⁵. La stampa incoraggiava la commercializzazione di ogni tipo di sapere. Una conseguenza ovvia ma significativa dell'invenzione della stampa fu di coinvolgere più strettamente gli imprenditori nel processo della diffusione del sapere in quello che divenne un vero e proprio business²⁹⁶.

Circondata da un'attenzione così lusinghiera, la scienza, dalla fine del secolo XVI, ebbe un periodo di attività fervidissima. È molto notevole sia il numero, sia il valore degli scienziati vissuti in tale periodo, nel quale il prestigio degli uomini di scienza era ormai un fatto acquisito. Dal punto di vista sociale, l'uomo di scienza ha ormai una grande reputazione, e lo Stato considererà presto un proprio dovere aiutarlo e sostenerlo. All'inizio del secolo XVII, il mecenatismo è ancora puramente privato. Per osservare, meditare, scrivere, è indispensabile disporre di tempo libero; per procurarsi libri o far stampare i propri scritti sono indispensabili risorse adeguate. In Francia, come in Italia, molti veri scienziati provengono dalle classi più agiate della società. L'università qui era ancora peripatetica e difendeva, contro i cartesiani, le tesi di Aristotele; nel secolo successivo, sarà cartesiana contro i newtoniani²⁹⁷. Essa non offre dunque all'uomo di scienza alcun aiuto materiale o intellettuale efficace. Gli stipendi che essa concede ai suoi cattedratici costituiscono spesso redditi esigui. Nel Rinascimento, l'uomo di scienza, non si dedicava esclusivamente a lavori scientifici: per molti secoli ancora, la scienza non fu oggetto di specializzazione esclusiva. La condizione dell'uomo di scienza restò la condizione comune dell'intellettuale: ecclesiastico, professore o medico. Si tratta

²⁹³ Tra le opere più celebri che furono stampate allora, il *De Revolutionibus* di Copernico fu quella che ebbe le più notevoli conseguenze storiche. La stampa fu affidata a due stampatori di Norimberga, Schoner e Osiander, da Rheticus, discepolo di Copernico, che li aveva scelti per la loro grande abilità e cultura. L'opera apparve nel 1543, l'anno in cui Copernico morì.

²⁹⁴ Le principali città europee furono infatti illustri centri tipografici.

²⁹⁵ **Burke, Peter** (2002), op. cit., pp. 101-106.

²⁹⁶ Accanto alla stampa, si dovrebbero citare molte altre invenzioni che resero possibile la Rivoluzione scientifica che seguì il Rinascimento. In particolare non bisogna dimenticare l'arte della navigazione e la sua evoluzione durante il Medioevo; è noto che la costruzione delle navi e degli strumenti di navigazione fece allora grandi progressi. Si sa che i progressi dell'arte della navigazione contribuirono alle scoperte geografiche ed al rinnovamento della mentalità scientifica. Più tardi la marineria pose grandi problemi di geodesia e di astronomia e contribuì ad indirizzare la soluzione del problema della misura del tempo verso la costruzione di orologi marittimi. Per approfondimenti, vedi **Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: Universo meccanico e Officine**.

²⁹⁷ **Daumas, Maurice** (1978), *Breve storia della vita scientifica*, Laterza, Roma - Bari, p. 49.

generalmente di uomini non ricchi, discendenti di famiglie borghesi, figli di artigiani o di commercianti di città. Contadini e nobili, per ragioni diverse, non si dedicano a tali occupazioni, a meno che uno dei figli non entri in un ordine religioso. La città costituisce invece un ambiente aperto alle grandi correnti intellettuali e favorevole alla crescita delle vocazioni individuali. Dall'epoca delle fondazioni delle università, i centri culturali che inizialmente si erano stabiliti nei monasteri hanno ormai sede nelle città. Tra gli abitanti, vi sono famiglie sufficientemente agiate per consentire ad almeno uno dei figli di seguire gli insegnamenti, talvolta impartiti nella stessa città, e poi di andare a perfezionarsi nelle università famose. Soprattutto nelle città italiane nel corso del XVI secolo anche dalle famiglie nobili cominciarono ad emergere uomini di cultura. La funzione ecclesiastica, come nelle età precedenti, è la migliore soluzione per i problemi della vita quotidiana e per le forniture degli strumenti di lavoro necessari all'uomo di scienza²⁹⁸. Se mancava una sistemazione ecclesiastica, v'era sempre la possibilità d'insegnare. Numerosi ecclesiastici erano, infatti, contemporaneamente professori. I corsi liberi ed indipendenti da ogni istituzione, tenuti da alcuni professori, avevano scopo di lucro. Molti studiosi del secolo XVI e XVII secolo vissero grazie a espedienti di questo genere. Le sistemazioni offerte dalle università furono per molto tempo estremamente precarie. Spesso gli stessi docenti lasciavano una carica per accettare offerte più vantaggiose da parte di un'università concorrente. Spesso il capriccio del potere politico o ecclesiastico infrangeva contratti o non li rinnovava. Specialmente in Italia la vita universitaria era molto movimentata²⁹⁹. Le polemiche tra varie scuole dominavano tutte le attività: la rivalità tra le università e le lotte politiche aggravavano le dispute dottrinali. Infine le pubbliche casse si trovavano spesso in dissesto e il pagamento dei professori era molto irregolare. La maggior parte dei docenti doveva trarre denaro da altre abilità per poter vivere e cercar di far fortuna. L'alchimia, l'astrologia, la magia procuravano a chi le professava i mezzi di sostentamento. Man mano che si diffondeva l'istruzione, il pubblico degli almanacchi contenenti ricette e predizioni meteorologiche diveniva più copioso; e tuttavia bisognava saperli vendere. Anche conoscenze più concrete servivano per sbarcare il lunario; non pochi uomini di scienza erano medici, né ciò impediva loro di occuparsi di astronomia e di matematica. Ma tutti, dopo la scoperta della stampa, scrivevano opere dalle quali cercavano di ricavare redditi. I guadagni degli autori erano strettamente legati alla loro ingegnosità. Pubblicare un libro era in quei tempi un'impresa molto complessa: la professione del libraio esisteva appena, ed era ben lontana dall'essere quella che sarebbe diventata nelle epoche successive. L'edizione veniva intrapresa dagli stessi stampatori che avevano iniziato il loro commercio stampando le Sacre Scritture ed i testi degli antichi, opere di smercio sicuro. In seguito essi pensarono di sfruttare la fama di taluni contemporanei pubblicandone gli scritti. Lo stampatore versava i diritti agli autori più celebri, mentre gli altri dovevano contribuire alle spese della pubblicazione. Poiché la maggior parte di costoro non erano abbastanza ricchi per farlo, si rivolgevano a mecenati; di qui, appunto, sembra, l'uso delle dediche³⁰⁰.

²⁹⁸ L'esempio di Copernico è celebre fra tutti. Le condizioni nelle quali si svolse la sua vita favorirono in modo particolare le sue attività scientifiche. Proveniente da un ambiente ecclesiastico colto ed agiato, Copernico fu educato sotto la guida di uno zio vescovo di Frauenburg; così si trovò molto presto in contatto con uomini istruiti, poté studiare presso l'Università di Cracovia e poi viaggiare e studiare astronomia in Italia. Verso i venticinque anni gli fu concesso un canonicato, sempre grazie a suo zio, e la sua vita di canonico di Frauenburg, Cracovia e Warmie gli lasciava ogni agio di pensare e costruire il suo proprio sistema del mondo.

²⁹⁹ Assai spesso, per conservare una cattedra, bisognava dimostrare la propria ortodossia nei confronti dei grandi professori locali.

³⁰⁰ Come si sa, il celebre erudito Erasmo si serviva correntemente della dedica come di un mezzo lucrativo.

In quest'epoca - come si è già notato - la protezione dei principi prese a manifestarsi con maggior frequenza. I posti di studioso in carica presso i principi si moltiplicarono, e rappresentarono le sistemazioni più sicure e meglio remunerate, accessibili agli uomini di scienza. Questi mecenati, che in realtà erano sempre esistiti, nel secolo XVI assunsero una veste ufficiale. In questo secolo si diffonde la convinzione che spetti ai governanti, in quanto capi di Stato, favorire lo studio e la scienza, come pure le arti. Si tratta certo di gesti sporadici, che però si manifestano simultaneamente in tutti i Paesi³⁰¹.

La vita scientifica, in Francia, si svolge dunque fuori dalle mura universitarie. In Olanda ed in Inghilterra invece i ricercatori si identificavano con i professori universitari. In Olanda la vita scientifica diventò intensa a partire dal XVI secolo. Tale sviluppo accompagnò la crescente prosperità del Paese: la fioritura della città, la crescita del commercio, l'intenso movimento artistico. In quell'epoca l'Olanda fu il rifugio di un gran numero di persone, vessate nei loro paesi d'origine per le loro credenze religiose o per le loro idee filosofiche. Molti venivano dall'Inghilterra, altri da Paesi cattolici. In Inghilterra, come altrove, l'influenza dell'insegnamento fu profonda: si formò un pubblico colto, seminario di futuri scienziati. Le università ed i collegi costituirono per tale pubblico una solida base. Se le condizioni materiali non erano molto laute, a causa della modestia degli stipendi pagati, costoro almeno avevano a Cambridge, Oxford, Londra, nei collegi, i mezzi che consentivano loro di lavorare e studiare con relativa tranquillità. Profondamente impregnata dalla lezione empiristica di Francesco Bacone, questa generazione di scienziati inglesi assicurò il definitivo trionfo della fisica sperimentale e spazzò via gli ultimi residui della scolastica³⁰².

Con il passare degli anni, i gruppi di scienziati dispersi in tutta Europa si trovavano sempre meno isolati tra loro. La diffusione sempre più rapida delle informazioni scientifiche fu infatti una delle novità più feconde del secolo³⁰³. Per esempio, libri e libelli venivano spesso trasportati da un luogo all'altro dai viaggiatori. Il viaggio scientifico infatti, e il *tour* dell'Europa dotta era, come nel corso dei secoli precedenti, il miglior metodo per raccogliere idee e conoscere le ultime scoperte. Nel secolo XVII l'abitudine di seguire corsi nelle università celebri era molto diffusa. Quando non si viaggiava per seguire l'insegnamento di un maestro, si andava a ricercare la conversazione con gli uomini d'ingegno. Questo movimento attraeva nelle capitali i curiosi o tutti coloro che avevano più tempo da dedicare agli studi. Lettere, viaggi, soggiorni all'estero crearono una sorta di *intelligencija* scientifica, che estendeva al di là delle frontiere i propri legami, o almeno le proprie relazioni.

³⁰¹ Ivi, pp. 30-34.

³⁰² Ivi, pp. 42-52.

³⁰³ La scoperta della stampa da un lato, e dell'incisione su legno dall'altra, avevano trasformato di molto il problema delle comunicazioni scientifiche. Prima della fine del secolo, i reciproci rapporti tra scienziati divennero rilevanti. Dal tempo di Galileo in poi lo sviluppo della scienza moderna appare un fenomeno molto più generale che in passato, e si presta molto meno a essere interpretato come frutto di tentativi isolati. Fra determinati gruppi, sia nell'ambito delle università che fuori di esso, il metodo sperimentale divenne senz'altro di moda, e uomini che prima erano stati cultori di antichità o collezionisti di monete, cominciarono a considerare un segno di cultura il proteggere le scienze e gli esperimenti, e il fare collezione di piante rare e curiosità naturali. Tra il clero e gli insegnanti universitari, tra i medici e la nobiltà, sorgevano dilettanti entusiasti alcuni dei quali erano attratti dall'amore per le sorprese, per i trucchi e per i giochi della meccanica, o per i fenomeni straordinari, inconsueti della natura; in realtà sembra che un buon numero di nomi famosi del diciassettesimo secolo abbia fatto parte di questa classe. Gli antecedenti delle società scientifiche furono i circoli letterari del sedicesimo secolo e i gruppi di persone che, durante il Rinascimento, si raccoglievano per discutere la filosofia.

La cosiddetta “nuova filosofia”, “filosofia naturale” o “filosofia meccanica”³⁰⁴ secentesca fu un processo di innovazione intellettuale ancora più autoconsapevole del Rinascimento dal momento che implicò il rifiuto sia della tradizione classica sia di quella medievale; vale a dire di una visione del mondo basata sulle dottrine di Aristotele e Tolomeo. Le nuove idee furono associate con un movimento generalmente noto come “Rivoluzione scientifica”. Al pari degli umanisti, ma su una scala molto più grandiosa, i sostenitori di questo movimento cercarono di incorporare nel loro sapere conoscenze alternative: la chimica, ad esempio, dovette moltissimo alla tradizione artigianale della metallurgia, mentre la botanica si sviluppò a partire dalle conoscenze di giardinieri ed erboristi. Anche se alcune figure illustri di questo movimento, fra cui Galileo e Newton, lavorarono nelle università, ci fu una considerevole opposizione alla nuova filosofia nei circoli accademici. Come reazione a quest’opposizione i fautori del nuovo approccio scientifico fondarono le loro organizzazioni³⁰⁵. Le corti dei principi offrirono alcune opportunità di praticare la filosofia naturale: queste opportunità ebbero talvolta il loro prezzo³⁰⁶.

Nella seconda metà del XVII secolo l’esistenza di un pubblico colto ormai sufficientemente esteso stimolò - come si è visto - la fondazione delle accademie scientifiche permanenti da un lato, e dall’altro le pubblicazioni ed i giornali scientifici³⁰⁷. Le due cose segnano il punto di arrivo di una lunga evoluzione degli ambienti scientifici iniziata circa due secoli prima e fattasi sempre più intensa a partire dai tempi di Galileo. Il mondo scientifico acquistò in questo modo una fisionomia nuova, cioè la sua fisionomia moderna. Da allora la scienza si fondò su due principî: la collaborazione e la pubblicità.

Il termine “accademia”, derivato dalla scienza e dalla filosofia greche, fu usato molto presto per indicare un’assemblea di letterati o artisti, che si riunivano più o meno periodicamente per condividere raffinati piaceri intellettuali. Le accademie erano numerose soprattutto in Italia, a partire dalla fine del secolo XVI. Per la maggior parte erano state fondate da principi, imperatori, re o cardinali che volevano farne, seguendo una moda sempre più diffusa, il lustro delle loro corti. Fin dal secolo XVI talune accademie erano state costituite con il programma di dedicarsi ad argomenti scientifici. La prima accademia scientifica nacque a Roma nel 1603: l’*Accademia dei Lincei*. Il principe Federico Cesi, che la fondò, la riunì nel proprio palazzo, la guarnì d’un orto botanico, di un gabinetto di storia naturale e di una biblioteca, provvedendo alle spese necessarie. La sua attività cessata nel 1651, riprese sporadicamente più tardi. Alcuni anni più tardi il granduca di Toscana, Ferdinando II, istituì a Firenze la celebre *Accademia del Cimento*. Questa tenne la sua prima seduta nel 1657 e continuò a riunirsi per oltre dieci anni. Nonostante la sua breve durata, la sua funzione nello sviluppo del pensiero scientifico fu notevole. La sua breve vita le bastò per stimolare efficacemente lo sviluppo del metodo

³⁰⁴ L’interesse nella cosiddetta “filosofia meccanica” non deve farci dimenticare la rivale “filosofia occulta”: un crescente coinvolgimento nell’occulto fu un’altra forma di innovazione nella prima età moderna che si manifestò in alcune corti.

³⁰⁵ **Burke, Peter** (2002), op. cit., pp. 57-58.

³⁰⁶ Galileo dovette calarsi nel ruolo di cortigiano a Firenze, mentre l’*Académie Royal des sciences* francese venne esortata dal governo ad abbandonare la “ricerca curiosa”, liquidata come un “gioco” a favore della “ricerca utile che ha qualche legame col servizio del re e dello stato”.

³⁰⁷ Verso la fine del secolo XVI cominciò a formarsi, accanto agli scienziati in senso proprio, un pubblico colto capace di interessarsi ai lavori scientifici e di seguirne gli sviluppi con curiosità ed intelligenza. Se non si tiene conto di ciò, non è possibile comprendere la grande età del pensiero scientifico che va da Galileo a Newton. Tale ampliamento della cerchia sino allora ristretta dei cultori di scienza preoccupò la Chiesa, e la indusse a frenare con rigore la diffusione delle idee nuove. Non sorprende affatto che il numero delle persone colte sia continuato a crescere durante i secoli precedenti; è una conseguenza dello sviluppo dell’insegnamento. Più singolare è il fatto che la cultura si sia estesa alle classi agiate della società. Ormai l’erudito non è più il monaco, il professore o il medico povero, ma il borghese proveniente da una famiglia di magistrati, o a volte un membro della piccola nobiltà.

sperimentale ed influenzò in misura notevolissima tanto l'accademia inglese quanto quella francese. In Inghilterra un certo numero di studiosi aveva preso a riunirsi e ad esaminare problemi di comune interesse³⁰⁸. Tali riunioni diedero vita alla *Royal Society*. Fondata nel 1640 seguì la lezione impartita da Francesco Bacone. L'*Académie des sciences* fu invece fondata nel 1666³⁰⁹.

Le circostanze nelle quali furono effettuate le principali scoperte di quell'epoca dimostrano, quale che fosse allora la fisionomia dell'accademia, che era ormai nata una collaborazione universale. Erano ormai finiti i tempi in cui lo sforzo individuale era sufficiente per far progredire le scienze. I grandi problemi si ponevano a tutti e stimolavano tutte le menti. Gli epistolari, le conversazioni accademiche consentivano di mettere in comune il frutto delle riflessioni, le idee sugli esperimenti, i risultati delle osservazioni, i procedimenti ed i suggerimenti sperimentali. Tale collaborazione superava ormai il quadro dei piccoli gruppi chiusi e attivi in segreto. Raccoglieva uomini abitanti in varie città e perfino in vari Paesi³¹⁰. Tale ardore di cooperazione fu molto diffuso e animò tutta una generazione. Sono appunto queste le caratteristiche moderne della scoperta scientifica. Non v'era ricco mecenate, magistrato, finanziere o principe, che non si sentisse onorato di possedere una propria accademia scientifica. La scienza aveva ormai al proprio servizio un'istituzione che si collocava, nell'ambito dello Stato, accanto alle istituzioni cui era affidata la tutela della giustizia, dell'insegnamento e delle finanze. Le istituzioni accademiche divennero per le città e per i Paesi che poterono fregiarsene, un segno di prosperità intellettuale e materiale.

Nell'ambito della rivoluzione scientifica ebbero un ruolo di fondamentale importanza quelli che sono stati definiti "gli artigiani superiori". È con loro che nel XV e XVI secolo s'afferma la moderna nozione di "ideale di progresso scientifico"³¹¹ fino ad allora praticamente sconosciuta.

Nelle botteghe artigiane del tardo Medioevo, la collaborazione era il risultato normale delle condizioni di lavoro. Contrariamente alla cella del monaco e allo studio dell'umanista, la bottega o il cantiere erano luogo dove diverse persone lavoravano insieme. D'altro canto le corporazioni insistevano più sulla continuità che non sul progresso dell'artigianato. L'apprendista imparava dal maestro la tradizione di bottega e si impegnavano a onorarla, così come il maestro aveva a sua volta onorato la tradizione della bottega del suo maestro. Lo sviluppo del capitalismo e la competizione economica infransero però la potenza della tradizione corporativa. Solo l'artigiano che aveva

³⁰⁸ Queste riunioni informali vennero definite da Boyle, *invisible college*.

³⁰⁹ **Daumas, Maurice** (1978), op. cit., 56-69.

³¹⁰ Fin dalla fine del Medioevo l'attività scientifica si era estesa con rapidità più o meno notevole al di là dei Paesi che erano stati i suoi primi centri d'irradiazione. Nel corso dei secoli si ebbe un'evoluzione della geografia culturale che, per quanto riguarda le scienze, si configurò come un progressivo spostamento dei centri di attività verso il settentrione. I Paesi che la scienza antica aveva attraversato per penetrare in Europa - i Paesi del Medio Oriente e la Spagna - persero rapidamente ogni influenza. La Spagna del Rinascimento partecipò in misura minima al movimento scientifico. Verso la fine del XVII secolo l'Italia ebbe una funzione più modesta che nelle età precedenti, senza tuttavia uscire del tutto dal circuito europeo. Invece verso Nord e verso Ovest, nuovi Paesi coltivavano una vita scientifica sempre più intensa. Non solo l'Inghilterra e i paesi germanici forniscono da tempo un contributo essenziale al progresso del sapere, ma la Scandinavia e le lontane terre dell'Est partecipano anch'esse a tale movimento.

³¹¹ Con "ideale di progresso scientifico" intendiamo comprendere le concezioni seguenti: 1) l'intuizione che la conoscenza scientifica viene conseguita passo passo attraverso il contributo di generazioni di ricercatori, i quali costruiscono sulle scoperte dei predecessori, gradualmente perfezionandole; 2) l'opinione che tale processo non sarà mai completato; 3) la convinzione che contribuire a tale sviluppo, per sé o a beneficio della comunità, costituisca lo scopo preciso del vero scienziato. Il crollo all'inizio dell'età moderna, dell'illimitata autorità delle Sacre Scritture, dei Padri della Chiesa e della Scolastica, nonché di Aristotele e dell'antichità classica, è senz'altro una condizione necessaria per il sorgere di questo ideale di progresso scientifico, ma non costituisce ancora l'ideale in se stesso.

inventato qualche innovazione commerciale o tecnologica, o che sapeva comprendere il valore dell'invenzione di un altro, divenne un fabbricante capitalista. In tal modo assunse gradualmente rilievo il genio inventivo individuale. Le condizioni sociali li indirizzavano a scopi più impersonali. Se volevano giustificare il loro lavoro e le loro invenzioni, dovevano fare appello alla gloria di Dio e dei Santi, dell'arte e della bottega, nonché all'utilità della loro arte e al pubblico beneficio³¹².

Nel Cinquecento, sotto la pressione dello sviluppo tecnologico, cominciò a sgretolarsi la muraglia che fin dall'Antichità separava le arti "liberali" da quelle "meccaniche". In molti Paesi, soprattutto in Inghilterra, alcuni studiosi con preparazione accademica cominciarono a interessarsi ai problemi tecnologici. La maggior parte dei loro trattati sono scritti in volgare, in quanto sono destinati ad essere usati da naviganti, artiglieri, agrimensori e artigiani o almeno dai loro datori di lavoro, mercanti, generali e principi. Nella letteratura tecnologica del Cinquecento è spesso difficile determinare chi fornisca le idee e chi le riceva. Le conoscenze matematiche derivano naturalmente dagli studiosi che gli artigiani imparano dalle loro opere. Gli studiosi, d'altro canto, sono in stretto contatto con i lavoratori manuali e, molti di loro, temporaneamente o permanentemente, si guadagnano da vivere fabbricando strumenti. Essi naturalmente condividono con gli artigiani il concetto utilitaristico della scienza, altrimenti non scriverebbero su argomenti tecnologici, e tanto meno in volgare. Nella maggior parte di queste opere non si fa più menzione dell'ideale umanistico della fama e si dice specificatamente che l'autore pubblica il libro a beneficio del pubblico o del suo Paese. Il progresso della conoscenza come programma dominante nella scienza e nella filosofia fu proclamato da Francesco Bacone. Questi ribadisce anche l'importanza della collaborazione scientifica. Le idee scientifiche di Bacone erano in netto contrasto con i programmi delle università contemporanee; egli stesso elevò le scienze "meccaniche" a modello per lo scienziato. Evidentemente quella che comunemente si considera l'idea "baconiana" della scienza ha le sue radici nelle esigenze della nascente economia e tecnologia capitalistica; i suoi rudimenti compaiono per la prima volta nei trattati degli artigiani del Quattrocento. Tuttavia è ben diverso se le nozioni vengono avanzate nelle prefazioni o in osservazioni casuali, oppure se vengono presentate quale piattaforma filosofica per rivoluzionare l'intera scienza. Bacone si servì delle idee dei suoi predecessori come di un ariete contro lo scolasticismo e l'umanesimo, e fu il primo a sviluppare le loro implicazioni filosofiche e culturali. Anche Cartesio, nel suo *Discorso sul metodo* (1637) dichiara che non avrebbe mai reso pubbliche le proprie idee finché queste avessero riguardato solo le "scienze speculative"; quando invece si avvide che il suo nuovo metodo avrebbe potuto rivoluzionare anche la fisica, ritenne che il nascondere violasse la legge che ci impone di accrescere il bene comune. Laddove, nel corso del Seicento, compare l'idea di progresso scientifico attraverso la collaborazione, viene ribadita anche l'applicazione della scienza alla tecnologia³¹³.

Così come gli artigiani superiori, nel processo di mutamento della produzione sociale di conoscenza scientifica, ebbero un ruolo fondamentale anche gli artisti. L'habitus psichico e insieme la posizione sociale di questi avevano subito modificazioni profonde. L'arte nel

³¹² I due pionieri più importanti della meccanica scientifica prima di Galileo, l'italiano Tartaglia e l'olandese Stevino, non erano artigiani. Entrambi conoscevano la matematica classica. Mancando di una preparazione accademica, essi giunsero alla scienza dall'ingegneria militare e da problemi di commercio. I loro scritti contengono importanti osservazioni sul progresso scientifico e sulla collaborazione scientifica. Benché gli ingegneri militari e i fonditori di armi da fuoco con i quali è in continuo contatto stentino a considerarli membri dell'arte, la loro concezione della scienza rispecchia la loro mentalità. **Zilsel, Edgar** (1942), *La genesi del concetto di progresso scientifico*, in **Wiener, Philip P; Noland, Aaron** (a cura di) (1977), *Le radici del pensiero scientifico*, Feltrinelli, Milano, pp. 260-283.

³¹³ **Ivi**, pp. 260-283.

Trecento era ancora considerata come un'abilità manuale. All'artista si dava del tu come ai domestici, e cittadini benestanti e nobili avrebbero considerato umiliante la posizione dell'artista. Quasi tutti gli artisti del primo Quattrocento provengono da ambienti artigiani, contadini e piccolo-borghesi. Il mutamento delle idee sull'arte è legato al carattere sempre più profano della produzione artistica, al peso sempre maggiore dell'opinione dei laici, in definitiva al passaggio degli artisti dal rango di "artigiani" a quello di "borghesi". Nell'età del Vasari, a metà del Cinquecento, incarichi di tipo artigianale non appaiono già più conciliabili con la dignità dell'artista. È l'età in cui Carlo V si piega a raccogliere il pennello caduto a Tiziano. Ma prima che la figura dell'artista venisse identificata con quella del "genio", proprio nelle botteghe fiorentine del Quattrocento, si era attuata, come forse mai era avvenuto in precedenza, la fusione di attività tecniche e scientifiche di lavoro manuale e di teoria. Alcune di queste botteghe si trasformavano in veri e propri laboratori industriali. In questi laboratori, che sono insieme officine e botteghe d'arte, e non nelle scuole, si formano i pittori e gli scultori, gli ingegneri e i tecnici, i costruttori di macchine. Qui, accanto all'arte di tagliare pietre e di colorare il bronzo, accanto alla pittura e alla scultura, venivano insegnati i rudimenti dell'anatomia e dell'ottica, il calcolo, la prospettiva e la geometria, venivano progettati la costruzione di volte e lo scavo dei canali.

Una cultura che attingeva contemporaneamente al mondo dei letterati e degli uomini d'azione, a quello degli artisti, degli artigiani e dei tecnici. In essa si incontrarono la sapienza dei dotti e l'impegno politico, la scienza e le arti meccaniche, la venerazione per i classici e l'interesse, vivissimo, per il mondo moderno³¹⁴.

Passando dal rango di artigiani a quello di borghesi, gli artisti vengono distaccati dalle botteghe e assorbiti in una cultura socialmente superiore che è legata alle corti e al servizio dei principi³¹⁵. Il processo che condusse ad una nuova, diversa valutazione delle arti meccaniche e del lavoro dei tecnici, che portò al riconoscimento della funzione esercitata dagli artigiani e dagli ingegneri all'interno della cultura e della società ha caratteri molto differenti. Questo processo ha carattere europeo ed è legato all'ascesa della borghesia e al consolidarsi delle monarchie e degli Stati nazionali. Questa nuova valutazione - prodotto di una nuova configurazione socio-storica - rese possibile quella collaborazione fra scienziati e tecnici e quella compenetrazione tra scienza e tecnica che è alle radici della grande rivoluzione scientifica del Seicento. La direzione del movimento scientifico passerà agli ingegneri, ai virtuosi, ai gentiluomini di "spirito scientifico" del secolo XVII. Gli organi della nuova cultura non saranno più le università ma le società scientifiche e le accademie. Il metodo scientifico non sarà un fine in sé che le ricerche sperimentali si limitano ad "illustrare"; la "prova della pratica" avrà un effetto decisivo anche sulla elaborazione delle teorie più generali³¹⁶.

³¹⁴ Ad esempio, nei disegni di macchine come in quelli anatomici, Leonardo, che incarna simbolicamente il superamento di quella mentalità che contrapponeva le arti liberali a quelle meccaniche, dava davvero un contributo decisivo all'invenzione di un metodo preciso di raffigurazione e descrizione della realtà. Il generico empirismo si fa qui sperimentalismo, la esperienza dà luogo alla ricerca attiva e operativa; non è certo il caso di dimenticare che l'invenzione di quel metodo di rigorosa descrizione della realtà naturale, che è opera dei grandi artisti del secolo XV, ha per le scienze descrittive la stessa importanza dell'invenzione del telescopio o del microscopio nel secolo XVII. Per approfondimenti, **Rossi, Paolo** (2007), op. cit.

³¹⁵ Con Brunelleschi, ad esempio, l'architettura passa da una fase di tecnicismo empirico a una di speculazione matematica; il costruttore del Rinascimento è un *intellettuale*, quello del Medioevo era un *artigiano*.

³¹⁶ **Ivi**, pp. 43-51.

VI.2 Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: Universo meccanico e Officine

Il periodo preso in analisi presenta aspetti - sia sul piano cosmologico, sia sul piano delle riserve sociali di conoscenza - eterogenei. Se talvolta essi ci appaiono addirittura contraddittori è perché il Rinascimento risulta essere una sorta di “laboratorio della modernità” e, come tutte le epoche transitorie, possiede una connotazione ambivalente. In più, in questa configurazione socio-storica, fioriscono moltissimi intellettuali, per cui, nell'esposizione che segue, si rendeva necessaria una selezione: verranno presentate, in maniera sintetica, solo le riflessioni di alcuni di questi³¹⁷.

Nel Rinascimento, la lotta contro Aristotele continuava e con essa anche lotta contro lo scolasticismo medievale e contro i peripatetici - i conservatori moderni, seguaci di Aristotele - che rimasero ai loro posti nelle università. Al contempo, ci si opponeva violentemente al cosiddetto naturalismo del Rinascimento, alla fede nel panpsichismo e nell'animismo, che attribuiva un'anima ad ogni oggetto e vedeva miracoli in ogni aspetto della natura. Il naturalismo rinascimentale fu criticato in parte proprio in nome della religione, e i Cristiani, con la loro esclusivistica risoluzione di eliminare dal mondo ogni miracolo e magia tranne i loro propri, contribuirono involontariamente al successo della causa del razionalismo moderno³¹⁸. Qualche scienziato della nuova generazione sostenne che, se non era possibile affermare che i normali fenomeni dell'universo erano regolari ed erano soggetti a leggi determinate, non si poteva attribuire nessun significato neppure agli stessi miracoli del cristianesimo. Nel decennio 1630-1640, nel circolo di Mersenne l'idea di un'interpretazione puramente meccanica dell'universo fu esplicitamente formulata, e i suoi esponenti più importanti erano gli uomini più religiosi del gruppo. Essi erano ansiosi di provare l'ordine e la perfezione del creato, ansiosi di rivendicare la razionalità di Dio³¹⁹. Come si notava, l'*habitus* psichico del Rinascimento presenta anche aspetti che oggi possiamo considerare pre-moderni. A quei tempi, uomini permeati di idee di carattere soprannaturale, proiettavano i mitici animali dell'antichità e i prodotti della propria fantasia su quello che pensavano fosse il mondo reale. A quel tempo dunque più che nel Medioevo, il basilisco, l'egiziana fenice, il grifone, la salamandra, vennero di nuovo a trovarsi a casa loro. In questo periodo gli uomini erano legati a determinati principî filosofici, e se molti di questi principî riguardavano l'anima, o il problema della dignità dell'uomo, molti altri rappresentavano un tentativo di interpretare la natura come un sistema che trovasse in se stesso la sua spiegazione. Bisognava eliminare l'influenza di forze trascendenti, l'attività di spiriti e demoni operanti sul mondo dall'esterno, o il capriccioso intervento di Dio stesso, e cercare le spiegazioni di tutti i fenomeni entro il reale sistema della natura, considerando tale sistema autosufficiente e operante secondo le precise leggi che lo governavano. Vi era anche la tendenza, che divenne sempre più insistente, ad affermare che i fenomeni della natura dovevano essere osservati con più attenzione, e che i dati non andavano accettati basandosi sull'autorità degli scrittori antichi. Con la rinascita dell'antichità, antiche forme di occultismo, le speculazioni cabalistiche ebraiche, le arti magiche arabe, la mistificazione dell'alchimia, vennero mischiati agli ingredienti della filosofia. Queste influenze contribuirono a far riemergere concezioni del mondo più antiche di quelle di Aristotele, forme - come si è già notato - di panpsichismo, di astro-biologia e di animismo. Se da quel tempo la fede nell'astrologia,

³¹⁷ In ogni caso saranno presi in considerazione quegli studiosi che, dalla letteratura di riferimento, si ritengono più rappresentativi del periodo: Copernico, Keplero, Galileo, Bacone, Cartesio, Newton.

³¹⁸ Anche se, come si avrà modo di vedere in seguito, il “contributo cristiano” all'affermazione del pensiero scientifico in questo periodo è di marca prettamente protestante.

³¹⁹ **Butterfield, Herbert** (1998), op. cit., p. 88.

nella magia e nelle speculazioni alchimistiche andò rafforzandosi, fu perché tali scienze erano incoraggiate da una moda filosofica e dalla prevalente tendenza intellettuale, così ciò che noi siamo soliti chiamare magia non era solo un fenomeno di superstizione popolare; ma apparteneva anche all'*intelligencija* del tempo. Il tentativo di raggiungere un'idea uniforme del cosmo in realtà era forse inevitabilmente condizionato a portare a conclusioni fantasiose a causa dell'imperfezione dei dati che si avevano a disposizione. Era quindi possibile rivolgere la mente soltanto a ciò che si considerava natura, ma considerando questa stessa natura come natura magica. In questo sistema era importante collegare i fenomeni alle loro cause, e si dava per certo un autentico rapporto di causa e di effetto, sebbene non ci potesse essere una rigorosa distinzione tra fenomeni materiali e fenomeni mentali, tra attività meccaniche e attività occulte. Giunti a un certo punto, si cercavano le cause tirando fuori analogie e corrispondenze mistiche fra le cose, immaginando che alcune stelle fossero femmine e altri maschi, o alcune infuocate ed altre fredde, o attribuendo loro particolari affinità con minerali o con parti del corpo umano, così che l'intero universo appariva alla stregua di un universo di simboli³²⁰.

Il Rinascimento, in uno dei suoi aspetti più importanti, segna il culmine di quel lungo processo medievale attraverso il quale dapprima si recuperarono, poi si tradussero, e alla fine si assimilarono, le opere scientifiche e di erudizione dell'antichità³²¹. Il mondo divenne allora cosciente del fatto che Aristotele non era stato senza rivali nell'Antichità; e il confronto con le spiegazioni e i sistemi rivali, creò importanti problemi che gli uomini erano costretti a risolvere da sé. La scoperta del Nuovo Mondo e l'inizio di una conoscenza diretta dei paesi tropicali portarono a un profluvio di nuovi dati, e a una quantità di opere descrittive che avevano di per sé stessi effetti stimolanti. Le invenzioni che si unirono a quella della stampa - come le incisioni su legno e rame - misero nuovi strumenti a disposizione dell'intellettuale del tempo. Finalmente si poteva essere sicuri che disegni e diagrammi erano stati copiati e riprodotti con precisione, e ciò, insieme con la stessa stampa, rese più facile la possibilità di documenti precisi e di una diffusa informazione scientifica³²². L'arte del quindicesimo secolo - soprattutto quella italiana - rappresenta un capitolo nella storia delle origini della scienza moderna. I pratici e i teorici che insistevano che la pittura era un campo della conoscenza, non perseguivano semplicemente uno *status* superiore nel mondo; e da Leon Battista Alberti a Leonardo da Vinci, essi insistevano, per esempio, sull'importanza della matematica, e asserivano pure che l'essere un buon matematico era la qualità più importante per un'artista. A parte lo studio dell'ottica e della prospettiva, della geometria e della proporzione, si diede molta importanza all'anatomia. La bottega dell'orefice e lo studio dell'artista potrebbero essere considerati i precursori del moderno laboratorio scientifico; gli stessi strumenti del pittore erano oggetto di ricerca ed esperimento, in altri termini egli doveva essere in stretti rapporti con l'artigiano e dunque la sua posizione era molto diversa da quella del filosofo della natura che creava teorie scientifiche lavorando a tavolino. In realtà l'artista, l'artigiano e il filosofo della natura sembrano essersi fusi insieme per creare quella figura moderna che è lo studioso di scienze naturali. Nel quindicesimo secolo l'artista era spesso

³²⁰ Ivi, pp. 44-46.

³²¹ Ad esempio certe tendenze degli studiosi parigini del quattordicesimo secolo delle quali si pensa che si siano arrestate ad uno stadio embrionale a causa di una deficienza di nozioni matematiche, s'affermarono grazie ad ulteriori scoperte di testi antichi nel periodo del Rinascimento. A quanto sembra, la matematica dell'antica Alessandria, venuta alla luce durante il Rinascimento, e l'opera di Archimede, resa accessibile con la traduzione del 1543, rappresentano l'ultima risorsa della scienza antica, scoperta in tempo per divenire un ingrediente, o un fattore, nella formazione della nostra scienza moderna.

³²² Vesalio ha un posto di particolare rilievo in quest'evoluzione. Egli è una figura significativa per il suo modo di servirsi delle illustrazioni e per il carattere naturalistico che conferiva loro, così diverso dal carattere convenzionale dei disegni medievali.

un tecnico - spesso un inventore di ordigni - un esperto di macchine, di idraulica, di fortificazioni. Sia prima di Leonardo da Vinci che dopo, ogni pittore ebbe qualche incarico come ingegnere militare. Soprattutto si ebbe nell'arte un grande sviluppo dell'osservazione empirica; e gli artisti, per quanto dovessero molto al mondo antico, furono i primi a protestare contro la cieca sottomissione all'autorità, i primi ad affermare che bisognava osservare la natura per conto proprio³²³.

Tra il quattordicesimo e il diciassettesimo secolo avvenne nell'Europa occidentale - e le opere del tempo ne sono massima espressione - un cambiamento rivoluzionario nella concezione dello spazio. Lo spazio come gerarchia dei valori venne sostituito dallo spazio come sistema di grandezze. Una delle indicazioni di questo mutamento fu il più approfondito studio dei rapporti degli oggetti nello spazio, la scoperta delle leggi della prospettiva, il sistematico inserimento delle composizioni entro questo nuovo schema, inquadrato da un primo piano, dall'orizzonte e dal punto di fuga. La prospettiva cambiò la relazione simbolica tra gli oggetti in una relazione spaziale, il rapporto visivo divenne a sua volta una relazione quantitativa. In questa nuova rappresentazione del mondo, la grandezza non significava l'importanza umana o divina, ma la distanza. I corpi non esistevano separatamente, come grandezze assolute, essi erano coordinati con gli altri corpi entro lo stesso schema visivo e dovevano essere in scala. Per ottenere questa scala, occorreva fare un'accurata riproduzione dell'oggetto stesso, una corrispondenza, punto per punto, tra la pittura e quanto si vedeva: da qui un nuovo interesse per la natura ed il mondo esterno, per la realtà. La divisione della tela in quadrati e la accurata osservazione del mondo attraverso questa scacchiera astratta segnarono la nuova tecnica dei pittori. Nei quadri più antichi, l'occhio dell'osservatore vagava da una parte all'altra, raccogliendo i riferimenti allegorici, così come lo ispiravano il gusto o la moda; nei nuovi quadri, l'occhio dello spettatore seguiva le linee della prospettiva lineare, per strade, edifici, pavimenti a mattonelle, le cui linee parallele venivano inserite dal pittore nel quadro a bella posta, per obbligare l'occhio a seguire la prospettiva. Anche gli oggetti in primo piano, qualche volta, venivano messi in posizioni non naturali e deformati per creare la stessa illusione. Il movimento divenne una nuova forma d'interesse: il movimento in se stesso. Lo spazio misurato nel quadro aumentava il valore del tempo misurato dall'orologio. Entro questo schema ideale di spazio e di tempo, ora si svolgevano tutti gli avvenimenti, ed il fenomeno più soddisfacente, da questo punto di vista, era un moto uniforme su una retta, perché un simile movimento permetteva una accurata raffigurazione nel sistema di coordinate di spazio e tempo. Occorre ricordare un'ulteriore conseguenza di quest'ordine spaziale: il mettere una cosa a posto e l'attribuirle un tempo divenne indispensabile per la comprensione della cosa stessa. Nello spazio rinascimentale occorre tener conto degli oggetti: il loro passaggio per il tempo e lo spazio è connaturato con la loro comparsa, in un qualsiasi particolare momento, in ogni luogo. L'ignoto diventa quindi non meno determinato di quanto è noto: ammessa la sfericità della Terra, si poteva stabilire la posizione delle Indie e calcolarne la distanza in tempo. L'esistenza stessa di un simile ordine costituiva un incentivo ad esplorarlo, ed a riempirne le parti ancora sconosciute. Quel che i pittori avevano mostrato con la prospettiva, i cartografi lo dimostrarono in quello stesso secolo con le nuove carte geografiche. La carta di Hereford del 1314 avrebbe potuto essere disegnata da un fanciullo: essa era praticamente inutile, per la navigazione. Una carta del 1436, era concepita secondo linee razionali e segnava un progresso tanto nella concezione che nella precisione. Con il porre le invisibili linee della latitudine e della longitudine, i cartografi avevano spianato la strada agli esploratori successivi, come Colombo: con il nuovo metodo scientifico, il sistema astratto dava dei

³²³ Ivi, pp. 47-49.

risultati concreti, anche se basati su conoscenze approssimative. Non occorre più che il navigante seguisse la linea della riva, egli poteva slanciarsi nell'ignoto, dirigere la sua rotta verso un punto arbitrario e ritornare all'incirca al luogo di partenza. Tanto l'Eden quanto il Cielo erano al di fuori di questo nuovo spazio, e per quanto essi comparissero come soggetti di pittura, i veri modelli erano il Tempo e lo Spazio, la Natura e l'Uomo. Al tempo stesso, sulla base posta dai pittori e dai cartografi, sorse un interesse nello spazio come tale, nel movimento come tale, nello spostamento come tale. Alla base di quest'interesse vi erano naturalmente dei cambiamenti assai importanti: le strade erano diventate più sicure, le navi erano costruite con maggiore solidità e soprattutto le nuove invenzioni, come la bussola magnetica, l'astrolabio, il timone, avevano reso possibile determinare e seguire una più esatta rotta per mare. Le categorie del tempo e dello spazio, una volta praticamente divise, erano diventate una sol cosa: e le astrazioni del tempo misurato e dello spazio misurato avevano minato i vecchi concetti dell'infinito e dell'eternità, poiché ogni misura deve iniziare da un punto fermo arbitrario, di data e di luogo, anche se il tempo e lo spazio fossero stati vuoti. Era sorta la tendenza a servirsi dello spazio e del tempo che, essendo collegati al movimento, potevano contrarsi o espandersi: era cominciata la conquista dello spazio e del tempo. I segni di questa conquista sono numerosi e si susseguirono rapidamente. Il nuovo atteggiamento nei riguardi del tempo e dello spazio conquistò l'officina e la banca, l'esercito e la città. Il movimento divenne più rapido, gli spostamenti maggiori, la cultura moderna abbracciò l'idea dello spazio e del movimento. Crebbe naturalmente quello che Max Weber chiamò il "romanticismo dei numeri", che scaturì da quest'interesse. Nella cura del tempo, nel commercio, nel combattere, gli uomini contavano con i numeri, ed infine questa seconda abitudine crebbe: solo i numeri ebbero importanza. Il romanticismo dei numeri aveva anche un altro aspetto, importante per lo sviluppo del pensiero scientifico. Questo era il sorgere del capitalismo, col passaggio da una economia fondata sul baratto ed agevolata da piccole disponibilità di monete coniate localmente, ad un'economia monetaria, con una struttura internazionale del credito e costanti richiami ai simboli astratti della ricchezza: l'oro, le tratte, le lettere di credito, anche soltanto i numeri. Dal punto di vista della tecnica, questa struttura ebbe la sua origine nelle città dell'Italia settentrionale, specialmente Firenze e Venezia, nel quattordicesimo secolo; duecento anni più tardi esisteva ad Anversa una borsa internazionale, istituita per agevolare lo scambio delle merci tra porti stranieri e della moneta. Alla metà del sedicesimo secolo la contabilità a partita doppia, le note di credito, le lettere di credito e le speculazioni sulle merci "future" si erano sviluppate nella loro essenziale forma moderna. Lo sviluppo del capitalismo portò nella vita del popolo delle città le nuove abitudini dell'astrazione e del calcolo. Il capitalismo volse il popolo dal tangibile all'intangibile: il suo simbolo, è il libro mastro; "il suo valore della vita è posto nel suo conto dei profitti e delle perdite". L'economia della tesaurizzazione, divenne sempre più l'abitudine quotidiana: essa ebbe la tendenza a sostituire la diretta economia di consumo ed a porre al posto dei valori vitali i valori monetari. L'intero movimento degli affari si volse sempre più in forma astratta, esso prese a trattare beni non disponibili, consegne differite, guadagni ipotetici. Questo processo di trasformazione fu particolarmente importante per la vita e per il pensiero e causò una ricerca del potere per mezzo di astrazioni. Un'astrazione rendeva più forti le altre. Il tempo era moneta, la moneta era potere, il potere richiedeva l'ampliamento del commercio e della produzione, la produzione veniva sviata dalla strada dell'uso diretto a quella del commercio lontano, verso la conquista di maggiori guadagni, con un maggior margine per gli investimenti in guerre, conquiste all'estero, miniere, imprese produttive. Nell'economia monetaria, l'accelerare il processo produttivo significa accelerare il processo del reddito: aumentare il denaro in maniera virtualmente illimitata. E dato che

l'importanza del denaro aumentava con l'aumentare della mobilità sociale, con il suo commercio internazionale, così l'economia monetaria che ne risultava, spingeva a più commerci: la ricchezza disponibile, la ricchezza dell'uomo, case, quadri, sculture, libri, perfino l'oro stesso, erano tutti relativamente difficili da trasportare, mentre il denaro poteva essere trasportato, o semplicemente segnato su una colonna o sull'altra del libro mastro. A quei tempi gli uomini avevano più familiarità con le astrazioni, che non con i beni che esse rappresentavano. Le tipiche operazioni finanziarie erano l'acquisto o lo scambio di grandezze monetarie. Gli uomini diventavano potenti, e tendevano a sostituire le parole - grano o lana, cibo o vestito - con simboli e ponevano la loro attenzione sulla individuazione puramente quantitativa di questi beni in dati: il pensare in puri termini di pesi e numeri, il rendere la quantità non solo un'indicazione del valore, ma il criterio del valore, questo era il contributo del capitalismo al mondo meccanizzato. Così le astrazioni del capitalismo precedettero quelle della scienza moderna, e sostennero in ogni punto i suoi tipici modi di operare³²⁴. Non fu forse un puro caso che i fondatori ed i protettori della *Royal Society* di Londra, siano stati mercanti. I loro primi esperimenti erano giustificati, i loro metodi esatti: portavano denaro. Il potere della scienza ed il potere del denaro erano, in ultima analisi, lo stesso potere: il potere dell'astrazione, della misura, della determinazione. Ma non fu solo con la diffusione di metodi di pensiero astratto, di interessi pragmatici e di valutazioni quantitative che il capitalismo preparò la strada alla tecnica moderna. Fin dall'inizio le macchine e la produzione di fabbrica, come i grandi cannoni e gli armamenti, portarono ad un'immediata richiesta di capitali, molto maggiori delle piccole cifre necessarie a fornire il vecchio artigiano di un tempo dei suoi utensili, od a tenerlo in vita. Mentre le famiglie feudali, con il loro dominio sulla terra, avevano spesso un monopolio su quelle ricchezze naturali che si trovavano nel terreno, e avevano a volte interessi nelle vetrerie, nelle miniere di carbone, e nelle fonderie, le nuove invenzioni meccaniche richiedevano di venir controllate dalla classe dei mercanti. L'incentivo della meccanizzazione era posto nei maggiori profitti che potevano venir ricavati dall'aumento di potenza e di rendimento delle macchine. Così, per quanto il capitalismo e la tecnica debbano venire chiaramente distinti, in ogni loro passo, l'uno agiva sull'altro e reagiva all'altro. Il mercante accumulava capitali allargando la scala delle sue operazioni, accelerando il loro giro, e trovando nuovi territori in cui lavorare; l'inventore sviluppava un processo parallelo creando nuovi metodi di produzione, inventando nuove cose da produrre. A volte il commercio sembrava un rivale della meccanizzazione, offrendo maggiori possibilità di guadagno; a volte esso frenava ulteriori sviluppi, per aumentare i profitti di un qualche monopolio. Fin dall'inizio, vi furono disparità e conflitti tra queste due forme di attività, ma il commercio era la più antica, ed esercitava una maggiore influenza. Era il commercio che richiamava nuovi materiali dalle Indie e dall'America, nuovi cibi, nuovi cereali, il tabacco, le pellicce; era il commercio che trovava nuovi sbocchi per la massa di prodotti che erano stati messi sul mercato da quella che sarà la produzione industrializzata del diciottesimo secolo; fu il commercio, incrementato dalla guerra, che faceva sviluppare le grandi aziende, e progredire la capacità amministrativa ed i metodi che resero possibile la creazione del sistema industriale nel suo complesso e la connessione delle sue varie parti³²⁵.

³²⁴ Keplero dirà, nel 1595: "Come l'orecchio è fatto per udire i suoni, e l'occhio per percepire i colori, così la mente dell'uomo è fatta per udire i suoni, e l'occhio per percepire i colori, così la mente dell'uomo è fatta per comprendere non ogni genere di cose, ma la quantità. Essa concepisce una data cosa più chiaramente, a seconda che questa cosa è prossima alle quantità pure, fin dall'origine, ma più una cosa si allontana dalle quantità, più l'oscurità e l'errore vi si inseriscono". Galileo a sua volta affermò che il libro dell'universo era scritto in linguaggio matematico e che il suo alfabeto consisteva in triangoli, cerchi e figure geometriche.

³²⁵ Mumford, Lewis (2005), op. cit., pp. 36-39.

In questa nuova configurazione socio-storica, prende forma un *habitus* psichico completamente diverso. La *vita activa* prende sempre più il sopravvento sulla *vita contemplativa*, la teoria indietreggia davanti alla pratica: la bilancia si volge sempre più a vantaggio dei termini che prima erano deprezzati. Certo il movimento è lento soprattutto al principio. Il disprezzo delle arti meccaniche sussiste a lungo. Probabilmente meccanico non si confonde più con servile; ma la parola da una parte si oppone, come nell'antichità a liberale, dall'altra si oppone a nobile. In un certo senso l'idea antica del lavoro, indegno dell'uomo libero, si ritrova nella cavalleria. Essa sussiste nell'opposizione delle arti fra liberali e meccaniche, nel disprezzo che i medici nutriti fin dall'infanzia e giovinezza nelle buone lettere delle umanità, arti liberali e filosofia d'ogni specie professano per i chirurghi che esercitano un'arte meccanica. Si potrebbe aggiungere che essa sopravvive a se stessa nel disprezzo della nobiltà per il commercio e per l'industria. Ma le città nascono e crescono; il commercio e, dopo di esso, l'industria si sviluppano; le corporazioni si organizzano; le cattedrali vengono edificate; la bardatura attraverso la spalla, che permette di utilizzare appieno la forza motrice del cavallo, fa la sua comparsa, come anche il timone che trasforma le condizioni della navigazione e che due secoli dopo renderà possibile la scoperta dell'America e i grandi viaggi d'esplorazione che all'improvviso allargano il pianeta, danno alle energie degli uomini uno slancio folgorante e riversano sull'Europa le ricchezze del Nuovo Mondo. Un po' prima, le rivolte, le guerre, alle quali vengono ad aggiungersi carestie ed epidemie, provocano delle crisi, riducono la manodopera: così si spiega che i secoli XIV e XV siano ricorsi più in larga misura, alle macchine, alla forza del vento e soprattutto a quella dell'acqua, che ormai non serve soltanto a tritare il grano, ma anche a gualcare i drappi, a fabbricare la carta, a mettere in moto i martinetti delle fucine, e così via. Infine la scienza comincia a penetrare a poco a poco nell'interno di tutte queste pratiche puramente empiriche³²⁶. L'invenzione dell'artiglieria mentre rovina la feudalità a vantaggio del potere centrale sta trasformando la fisica poiché pone ai sapienti il problema della balistica, dal quale sorgerà la nuova scienza del movimento di Galilei³²⁷.

Tutto ciò naturalmente è legato ad una profonda trasformazione sociale: fra la "gente bene" e la "gente meccanica" viene a interpersi dal XIV secolo in poi - come si è già notato -, un nuovo gruppo, quello dei mercanti, il cui influsso e potere non cessano di aumentare. È il momento in cui la parola negozio cambia, se così si può dire, il suo segno e assume quel valore positivo che l'etimologia dovrebbe rifiutargli. È anche il momento in cui l'*otium* diventa "oziosità". L'insegnamento dei portavoce del nuovo spirito, dello spirito che anima la nascente civiltà borghese, riflette l'evoluzione dei costumi e della morale³²⁸. Bacone, ad esempio, rimprovera ai filosofi di essere vissuti lontani dagli affari.

³²⁶ Così Leonardo da Vinci, ingegnere militare come i grandi ingegneri dell'antichità, proclama il valore dell'esperienza e insegna che "la scienza della meccanica è la più nobile e la più utile di tutte... La meccanica è il paradiso delle scienze matematiche".

³²⁷ Dal quattordicesimo al diciassettesimo secolo la teoria aristotelica del moto resistette nonostante la ricorrente controversia, e fu solo nelle ultime fasi di questo periodo che emerse l'alternativa soddisfacente, sorta, per così dire, dalla tendenza a considerare il problema dal punto di vista diametralmente opposto. Una volta risolto questo problema nel senso moderno, esso portò notevoli mutamenti nel modo usuale di concepire il mondo, e aprì la via a una inondazione di ulteriori scoperte e di nuove interpretazioni della realtà, anche sul piano del senso comune, prima che fosse stato fatto alcun esperimento complesso. Fu come se sino a quel momento la scienza o il pensiero umano fossero stati trattenuti da una barriera; come se i flutti trattenuti entro i margini a causa di un errore iniziale nell'atteggiamento riguardante tutto ciò che nell'universo aveva un moto qualsiasi, fossero ora stati liberati.

³²⁸ Si deve insistere sulla differenza che sussiste fra l'*habitus* psichico moderno e quello del Medioevo e dell'antichità. Nel mondo borghese, che crede al progresso e che si sostituisce sempre di più al mondo feudale con la sua fede nella tradizione, non soltanto il posto e il peso dell'industria e della tecnica sono in continuo aumento, ma anche la posizione sociale e il prestigio dell'ingegnere, dell'inventore si accrescono, e

Il fine del moralista non è di scrivere nell'ozio cose da leggersi nell'ozio, ma di fornire armi alla vita attiva. La virtù dell'uomo del Rinascimento non è più di sfuggire la fortuna, ma di insegnarci a dominare con l'arte. Infine se Aristotele opponeva il progresso della scienza pura alla stagnazione delle abitudini, Bacone - ancora - prende una posizione opposta: mentre i filosofi sono rimasti da secoli allo stesso punto, le tecniche hanno progredito e trasformato il mondo³²⁹.

È così che, intorno alla metà del XVI secolo, si osserva una modificazione della cultura umanistica. Benché fine primario del sapere continui ad essere l'azione virtuosa, si attribuisce maggiore importanza agli sforzi diretti ad una saggezza pratica, e all'appello alla ragione e all'esperienza, entrambi impliciti nella posizione umanistica. Come risultato, l'osservazione dell'uomo e della natura conquista un suo posto in un corso di studi limitato finora soprattutto alla lettura dei classici. Lo studio dei mestieri "applicato all'uso e al profitto" porta naturalmente alla descrizione dei processi industriali³³⁰. Questi mutamenti producono una dialettica in cui le conquiste tecnologiche hanno un ruolo importantissimo.

Infatti, l'evoluzione della vita sociale aveva portato alla creazione di una nuova tradizione artigianale, e la tecnica, nel secolo XVI, si prestò al servizio dell'attività scientifica. Così, come i progressi compiuti dal taglio dei vetri aprì la strada all'invenzione degli strumenti ottici, così lo sviluppo dell'orologeria meccanica modificò il problema della misura del tempo e preparò la fioritura della meccanica di precisione.

Il secolo XVI disponeva già di una tecnica per tagliare i vetri e costruire le lenti, certamente rudimentale, ma sufficiente per le necessità correnti. Basterà che qualcuno abbia l'idea di utilizzare le lenti per fabbricare strumenti ottici: non avrà altro da fare che adattare tale tecnica all'uso comune, trovare artigiani capaci di fornirgli i vetri necessari, rivolgersi ai più abili, esporre loro le proprie necessità, eseguire forse una parte del lavoro teorico, guidarli nella loro opera e controllarne l'esecuzione. Se invece l'artigiano lo delude, sarà sufficiente che il teorico gli chieda di insegnargli la sua arte e, giovandosi della propria abilità, mirando al proprio fine, potrà realizzare così il primo strumento ottico destinato al lavoro scientifico. Tale sarà la storia dell'invenzione del cannocchiale e del microscopio alla fine del secolo XVI. È molto probabile che questi siano il prodotto delle industrie olandesi di raffinamento del vetro e dei metalli. Il microscopio, tuttavia, risultò, per molto tempo, inadeguato alle sue funzioni, evidentemente a causa di una deficienza non nella tecnica della costruzione in quanto tale, ma nella stessa scienza dell'ottica. Intorno alla metà del XVII secolo fu tuttavia creata una singola lente più potente e buona parte dell'importante lavoro del periodo posteriore fu in realtà compiuto per mezzo di essa³³¹. Galileo avrà un ruolo fondamentale nel progresso in questo campo. Questi strumenti sono per noi documenti storici eccellenti che provano la saldatura che avviene in questo periodo tra la pratica e la teoria.

Per quanto riguarda l'orologeria meccanica, essa raggiungerà durante il secolo XV uno stadio di evoluzione decisivo³³². La precisione della misura del tempo, per quanto riguarda

forse si accrescono ancora più rapidamente. E proprio questo, probabilmente, assai più che il profitto materiale che essi speravano di poter trarre dalle loro opere, potrebbe spiegare - in parte - che Galileo e Huyghens pubblicarono i loro "lavori di ingegnere", mentre Archimede si rifiutò di farlo. Cartesio, invece, fedele in questo alla morale tradizionale, si faceva ancora una gloria "di non trovarsi in condizioni tali da essere obbligato a fare un mestiere della scienza per sostenere la propria fortuna".

³²⁹ Koyrè, Alexandre, *I filosofi e la macchina*, pp. 68-69 in Koyrè, Alexandre (2000), op. cit.

³³⁰ Come si vedrà di questo nuovo *ethos* è intriso il pensiero baconiano.

³³¹ Butterfield, Herbert (1998), op. cit., pp. 112-113.

³³² Questa industria, che avrà un'influenza assai notevole sul progresso della scienza, pare sia nata in Germania. Gli orologi meccanici costruiti verso la metà del secolo XIV erano azionati da un peso e forniti di

le necessità delle osservazioni scientifiche, era legata agli altri strumenti di osservazione. Sicché sino al secolo XVI gli orologi non subirono trasformazioni radicali. Tuttavia il loro uso si generalizzò e si diffuse a poco a poco nella vita corrente in varie forme: orologi esterni e da casa, pendole da tavola, cronometri. La loro stessa diffusione giustificò la comparsa di un nuovo mestiere, quello di orologiaio: nei primi tempi gli orologi erano fabbricati dai fabbri o da un qualsiasi altro artigiano capace di lavorare abilmente il metallo. Nel secolo XVI la professione di orologiaio si differenzia e si specializza: i più capaci tentano di perfezionare la propria tecnica. Se non posseggono le conoscenze scientifiche delle quali disporranno i meccanici del secolo successivo per modificare i principî stessi dell'orologeria, si limitano a migliorare i procedimenti di fabbricazione e le sagome; cercano di far dire il maggior numero di cose possibile ai loro orologi, mentre si moltiplicano gli orologi astronomici forniti di automi, che richiedono la collaborazione dell'artigiano e del matematico³³³.

Si è già visto come, gli orologi meccanici risalgano al XIII secolo e debbano considerarsi una delle maggiori invenzioni tecniche del Medioevo. In molti casi si tratta di macchine assai belle e complicate che sono in grado di riprodurre i moti celesti, di mettere in moto teorie di figure, di suonare le ore mediante *carillons*. Ma la loro scarsa precisione - nettamente inferiore a quella degli orologi ad acqua dell'antichità - appare insufficiente anche nell'ambito della civiltà medievale nella quale è ben viva la tipica abitudine delle società contadine di non curarsi mai troppo della conoscenza dell'ora esatta. Fino alla prima metà del secolo XVI, il tempo è ancora il "tempo vissuto", quel tempo del senso comune secondo il quale la vita scorre secondo le misure naturali del giorno e della notte o dei moti della volta celeste. Quindi è solo nella seconda metà del Cinquecento, corrispondentemente all'accrescersi della ricchezza urbana e alla vittoria della vita urbana su quella contadina, si avverte il bisogno di una più esatta misura del tempo. La piena diffusione dell'uso dell'orologio, la costruzione di apparecchi sempre più precisi risale appunto a questo periodo. Ma anche in questo caso, ancora una volta, l'orologio di precisione, l'orologio concepito non come semplice oggetto d'uso, ma come strumento scientifico, nasce nel momento in cui il contatto fra scienza e tecnica giunge a piena maturazione nell'epoca di Galileo e di Huygens. Da un lato la richiesta di un'esatta misurazione del tempo - per la quale sono del tutto insufficienti gli orologi tradizionali - deriva dalle esigenze "interne" dell'astronomia e della fisica; dall'altro lato questa stessa richiesta deriva dai bisogni della navigazione oceanica e dai problemi legati alla determinazione del "punto": la latitudine è facilmente determinabile mediante l'osservazione del sole o della stella polare; la determinazione della longitudine esige la conoscenza dell'ora di un meridiano-base di origine. Quest'ora bisogna portarla con sé³³⁴, dev'essere conservata, bisogna avere un custode del tempo del quale ci si possa fidare³³⁵. Si deve quindi insistere sull'importanza che molti problemi pratici (come quelli della velocità delle navi, della costruzione dei canali, della balistica, della fabbricazione delle pompe, della ventilazione delle miniere, ecc.) vennero ad assumere rispetto alla nascita e al progredire di una serie di ricerche di carattere teorico (idrostatica e idrodinamica, astronomia, cronometria, dinamica). La rivalutazione della tecnica, il nuovo prestigio sociale degli artigiani e degli ingegneri era strettamente collegato all'accresciuta

un bilanciere che oscillava sotto l'azione di uno scappamento a ruota di contrasto. All'inizio del secolo XV comparvero la molla motrice, lo *stackfred* e la piramide, e si cominciarono a costruire orologi da tavolo.

³³³ Per approfondimenti, **Koyrè, Alexandre** (2000), op. cit.; **Rossi, Paolo** (2007), op. cit.; **Landes, David S.** (2009), *L'orologio nella storia*, Mondadori, Milano.

³³⁴ I due problemi della misura e della conservazione del tempo sono intimamente legati. Il primo è stato risolto da Huygens e Galileo utilizzando il pendolo; il secondo ha ricevuto perfetta soluzione - almeno di principio - mediante l'invenzione, dovuta a Huygens, del sistema bilanciere-spirale".

³³⁵ **Rossi, Paolo** (2007), op. cit., pp. 55-56.

importanza economica di alcuni settori delle tradizionali arti meccaniche (quali per esempio la metallurgia, l'arte mineraria e la navigazione) e non verrà mai abbastanza sottolineato il peso esercitato in questo profondo mutamento dallo sviluppo dei grandi viaggi d'esplorazione, dei traffici marittimi, del capitale mercantile e dell'industria mineraria. La collaborazione fra gli artigiani superiori e gli scienziati si imponeva, in più settori, come una necessità: non solo nell'ambito della balistica, dell'architettura e della costruzione di fortificazioni, ma anche nel caso dei chirurghi, che entrarono a sempre più stretto contatto con gli artisti, medici e anatomisti, dei costruttori di strumenti nautici e musicali, dei navigatori legati alle ricerche dei matematici, degli astronomi e dei cosmografi. Di fronte alla semplice maggiore richiesta, la fabbricazione degli strumenti di precisione diventa, dopo la metà del Cinquecento, una vera e propria industria. Gli artigiani non lavorano più soltanto al soldo di un sovrano o di un mecenate. Dispongono di una clientela assai più vasta e alcune officine raggiungono una vasta notorietà³³⁶.

I procedimenti degli artigiani, degli ingegneri, dei tecnici, vanno assumendo valore ai fini del progresso del sapere; a tali procedimenti viene riconosciuta la dignità di fatti culturali e gli uomini colti devono quindi rinunciare al loro tradizionale disdegno per le "operazioni" e per la "pratica", abbandonando ogni concezione meramente retorica o contemplativa del sapere, volgersi allo studio e all'osservazione delle tecniche e delle arti. Alcuni dei procedimenti dei quali si servono gli uomini per produrre oggetti d'uso o per costruire macchine, per modificare e alterare la natura mediante il lavoro delle mani, giovano alla effettiva conoscenza della realtà naturale assai più di quelle costruzioni intellettuali o di quei sistemi filosofici che finiscono per impedire o limitare la attiva esplorazione, da parte dell'uomo, delle cose naturali.

In seguito a nuovi avvenimenti, e in conseguenza di essi, divenne sempre più chiaro che sarebbero avvenuti grandi mutamenti nel campo dell'astronomia e che in realtà le teorie precedenti non riuscivano a spiegare i fenomeni in modo soddisfacente. Uno di questi avvenimenti fu la comparsa nel 1572 di una nuova stella; un evento che è giusto definire un colpo inferto al pensiero europeo, più grave della stessa opera di Copernico. Si dice che questa stella brillasse in cielo più di qualsiasi altra a eccezione del Sole, della Luna e di Venere, che talvolta fosse visibile anche alla luce del giorno e che continuasse a risplendere per tutto il 1573, scomparendo solo al principio del 1574. Se si fosse trattato di una nuova stella, la cosa avrebbe contraddetto l'antica concezione secondo la quale la purezza dei cieli non conosceva né mutamento, né novità, né corruzione. In più, quest'evento contraddiceva la Bibbia la quale affermava che Dio aveva portato a termine l'opera della creazione in sette giorni. Si fece qualche tentativo di dimostrare che la stella poteva esistere solo nella regione sublunare, e anche Galileo, più tardi, reputò necessario denunciare l'inesattezza delle osservazioni fatte, scegliendo tra la massa dei dati a disposizione quelli più adatti a sostenere tale tesi. Tuttavia ora gli uomini si imbattevano in inconvenienti che non avrebbero potuto continuare a negare all'infinito. Nel 1577 apparve una nuova cometa, e anche coloro che misconoscevano la teoria copernicana dovettero ammettere che essa faceva parte dei cieli superiori, non della regione sublunare: le osservazioni più precise che si facevano ora, avevano mutato la situazione nei riguardi delle posizioni delle comete. Poiché questa cometa, nel suo percorso, tagliava nettamente quelle che si supponeva fossero le impenetrabili sfere di cristallo che formavano i cieli, essa forniva nuovi elementi alla concezione secondo cui tali sfere non esistevano veramente come parte del meccanismo celeste. La teoria aristotelica non era più sostenibile. E coloro i quali non volevano negare l'evidenza più chiara cominciarono a modificare la teoria aristotelica nei riguardi di questo particolare: qualcuno affermò che i

³³⁶ Ivi, p. 57.

cieli situati al di sopra della sfera lunare non erano immutabili e incorruttibili. Al principio del diciassettesimo secolo, l'antico modo di spiegare l'universo - che era lo schema su cui si basava la scienza del tempo - stava visibilmente perdendo ogni fondamento; cominciava ad emergere quel movimento in cui noi contemporanei riconosciamo chiaramente una rivoluzione scientifica, e in cui consiste l'alba della scienza moderna³³⁷.

Ora volgiamoci alle sintesi teoriche prodotte dagli studiosi che ho ritenuto essere i più rappresentativi e i più determinanti nell'affermazione di questa rivoluzione. Cominciamo da Copernico.

Copernico (1473-1543) viene spesso definito come il primo astronomo moderno, in quanto fu il primo a sviluppare integralmente un sistema fondato sul moto della Terra. Ma lo si potrebbe definire altrettanto opportunamente, l'ultimo grande astronomo tolemaico. Più realisticamente, egli è un astronomo rinascimentale e, nella sua opera, le due tradizioni si fondono. Copernico apparteneva alla rinata tradizione ellenistica che dava rilievo al problema matematico dei pianeti a discapito della cosmologia. Nel suo pensiero ebbero fondamentale importanza alcuni elementi che caratterizzavano l'umanesimo³³⁸; questa corrente si connotava per una forte tensione ultraterrena e per un profondo anti-aristotelismo³³⁹. Entrambi questi aspetti diedero un forte slancio innovativo alla scienza. Si diffuse una fede nella possibilità e nell'importanza di scoprire nella natura semplici regolarità matematiche e geometriche³⁴⁰, e una nuova concezione del Sole come sorgente di ogni principio e forza vitale dell'universo. Il neoplatonismo³⁴¹ è evidente nell'atteggiamento mentale di Copernico verso il Sole e verso la semplicità matematica. È un elemento essenziale del clima intellettuale che generò la sua visione dell'universo³⁴². Egli, come studioso di geometria e di matematica e in accordo al suo atteggiamento mentale, rimase colpito dall'eccessiva quantità di rotazioni presenti nel sistema tolemaico. Così il tono copernicano quando parla della natura regale e della posizione di centro di cui gode il sole assume un certo lirismo e diventa quasi reverenziale. Copernico sostenendo una concezione neoplatonica e neopitagorica credeva che l'immobilità fosse più nobile del

³³⁷ **Butterfield, Herbert** (1998), op. cit., pp. 72-74.

³³⁸ Questi incisero, come si vedrà, anche sulle teorie di Galileo e Keplero.

³³⁹ La tensione ultraterrena dell'umanesimo derivava da una bene definita tradizione filosofica che aveva largamente influenzato Agostino e i padri della Chiesa, ma che era stata momentaneamente eclissata dalla riscoperta, nel secolo XII, degli scritti aristotelici. Tale tradizione, contrariamente a quella aristotelica, vedeva la realtà in un immutabile mondo dello spirito piuttostoché nelle cose passeggera della vita di ogni giorno. Platone, che è la fonte primaria di questa tradizione, sembra spesso svalutare gli oggetti di questo mondo come mere ombre imperfette di un mondo eterno di oggetti ideali o "forme" esistenti al di là dello spazio e del tempo. Per approfondimenti, vedi qui **III Capitolo**.

³⁴⁰ Per approfondimenti, **Panofsky, Erwin** (2008), op. cit.

³⁴¹ Il neoplatonico passava d'un tratto dal mondo mutevole e corruttibile della vita d'ogni giorno al mondo eterno dello spirito puro, e la matematica gli insegnava come effettuare il passaggio. Per lui la matematica rappresentava l'eterno e il reale fra le apparenze imperfette e cangianti del mondo terrestre. I triangoli e i cerchi della geometria piana erano gli archetipi di tutte le forme platoniche. Essi non esistevano in nessun luogo, ma erano dotati di proprietà sicuramente eterne e necessarie che solo la mente umana poteva scoprire e che, una volta scoperte, potevano essere vagamente osservate riflesse negli oggetti del mondo reale. I neoplatonici trovarono nella matematica la chiave per giungere alla natura essenziale di Dio, l'anima, e all'anima del mondo, cioè l'universo. Esiste altresì un legame esistente tra neoplatonismo e il culto del Sole. Il pensiero neoplatonico non poté mai fare del tutto a meno del mondo reale. Il neoplatonico non poteva evitare di attribuire una qualche forma di esistenza ai corpi imperfetti avvertiti dai suoi sensi. Egli guardava quindi ad essi come a copie di second'ordine generate dalle stesse "figure vitali". Le Forme, generavano innumerevoli copie svilite e materializzate della loro essenza puramente ideale. Il Dio del neoplatonismo era un principio creatore che si moltiplicava e la cui immensa potenzialità era dimostrata dalla stessa molteplicità delle forme che da lui scaturivano. Nell'universo materiale questa feconda divinità era appropriatamente rappresentata dal Sole, le cui irradiazioni visibili e invisibili davano all'universo, luce, calore e fertilità. Per approfondimenti, **Lovejoy, Arthur O.** (1966), op. cit.

³⁴² Per approfondimenti, **Kuhn, Thomas S.** (2000), op. cit.

moto: ciò influenzò il suo atteggiamento sia nei riguardi del sole, sia nei riguardi delle stelle fisse. Molti fattori, dunque, si unirono insieme a sollecitare la distruzione del sistema aristotelico e a condurre Copernico a dubitare dell'antico sistema astronomico. Egli aveva trascorso parecchi anni in Italia in uno dei più fertili periodi del Rinascimento, e qui aveva appreso qualche principio di quelle speculazioni platonico-pitagoriche che erano in auge, mentre si erano senza dubbio arricchite in parte dei progressi che erano stati compiuti in matematica attraverso l'approfondimento delle scoperte dell'antichità. Un punto debole del sistema di Copernico consisteva nel fatto che esso non era dopotutto completamente eliocentrico - la terra non descriveva un cerchio esatto che aveva il sole come centro - e, in realtà, tutti i movimenti dei cieli venivano misurati partendo non dal sole stesso, ma dal centro dell'orbita terrestre, e cioè da una posizione un po' laterale. Si dovette così abbandonare l'intera cosmologia legata ai principî aristotelici, tutto il complesso e coordinato sistema nel quale la nobiltà dei vari elementi e il loro ordinamento gerarchico erano stati associati in modo così perfetto. Per ciò che andiamo affermando si può dire che egli chiude un'epoca in modo molto più esplicito di quanto non ne apra una nuova³⁴³.

Chi contribuì in maniera notevole a questa rivoluzione in atto fu Keplero (1571-1630). Keplero - scolaro di Maestlin - per qualche tempo fu assistente del grande astronomo Tycho Brahe. Egli utilizzò i dati raccolti da quest'ultimo ma, rispetto a lui, ebbe il vantaggio di essere un grande matematico e di potersi avvalere dei notevoli progressi fatti dalla disciplina durante il sedicesimo secolo. Un altro fattore contribuì curiosamente a promuovere il rinnovamento dell'astronomia. Un inglese, William Gilbert, pubblicò nel 1600 un famoso libro sulla calamita. Egli concluse che tutta la terra era una calamita, che la forza di gravità era una forma di attrazione magnetica, e che i principî relativi alla calamita spiegavano il modo di operare del sistema copernicano nel suo complesso. Tanto Keplero che Galileo subirono l'influsso di questo punto di vista. In Keplero anzi esso divenne parte integrante del suo sistema, base di una dottrina che possiamo definire di gravitazione quasi universale. Gilbert, con la sua opera di intermediario, portò pertanto un raggio di luce quando, in conseguenza del crollo del cosmo aristotelico, i corpi celesti sarebbero altrimenti andati ciecamente alla deriva per il vuoto spazio. Questi erano dunque i movimenti di pensiero che il famoso Keplero aveva dietro di sé quando, nel corso del primo trentennio del diciassettesimo secolo, ridusse a sistema ordinato l'insieme di dati caotici lasciategli da Tycho Brahe, e vi aggiunse proprio ciò di cui essi mancavano: il genio matematico. Keplero, inoltre, anche più di Copernico fu spinto alle sue ricerche da un mistico fervore semi-religioso: il desiderio di scoprire la semplice magia dei numeri e di dimostrare l'armonia delle sfere celesti. Nel suo tentativo di scoprire principî matematici nel meccanismo dei cieli, egli a un certo punto cercò di trovare una corrispondenza fra le orbite dei pianeti e talune forme geometriche o, in un altro momento, certe note musicali. Keplero divenne l'apostolo della meccanica - fu il primo nel diciassettesimo secolo che cercò di fare dell'universo un semplice meccanismo d'orologio, e a credere che questo fosse il modo più alto in cui egli poteva rendere gloria a Dio. La realtà che Keplero cerca di trovare dietro alle apparenze - come si è visto - si ispira ai pitagorici e trae linfa dal suo proprio senso della musica. Egli crede che l'armonia sia insita nel mondo, che questo sia guidato e tenuto insieme da armonia e risonanza, ma anche da dissonanze e dalla loro risoluzione. Il mondo è una sinfonia divina; è un'architettura di bellezza divina, celestiale. È quest'idea che fa di Keplero un implacabile ricercatore della verità: la verità *deve* essere bella, essa *deve* rivelare una realtà di celestiale bellezza. Ebbene, Keplero volle scoprire questa realtà; e non in modo

³⁴³ **Butterfield, Herbert** (1998), op. cit., pp. 35-42.

approssimativo, ma con precisione³⁴⁴. La ricerca dell'ordine razionale costituisce la grande preoccupazione di Keplero. Egli fonda la ricerca della legge matematica che governa i moti planetari nella scoperta di una mirabile corrispondenza tra il cosmo e la Trinità creatrice. Sono queste concezioni che hanno guidato il suo pensiero, e queste speculazioni mistiche l'hanno condotto a fare del Sole il centro dinamico, oltre che architettonico del cosmo e ad apportare al sistema di Copernico un'importante modifica. Di fatto, in Copernico, il sole si trova sì al centro del mondo, ma non vi svolge alcun ruolo, limitandosi ad illuminare il mondo. È Keplero che, riferendo i movimenti planetari al Sole - e non al centro dell'orbe terrestre -, ha reso eliocentrico non solo l'universo, ma anche la sua astronomia. Egli abbandonerà l'orbita circolare, retaggio della millenaria e consolidatissima tradizione greco-aristotelica e dimostrerà l'ellitticità delle orbite planetarie. Keplero per ragioni altamente metafisiche, suddivide il mondo visibile in modo del tutto diverso rispetto ai suoi predecessori. Egli non oppone né la Terra ai cieli, né, malgrado la sua venerazione per il Sole, quest'ultimo ai pianeti, ma, seguendo e oltrepassando un suggerimento di Copernico, oppone in blocco il mondo immobile al mondo mobile, che comprende i pianeti e la Terra e che, per questo fatto, acquista nel suo pensiero un'unità e una somiglianza di natura e di struttura che lo assoggettano alle stesse leggi fisiche. Secondo lui, il cosmo, non è prodotto del caso, ma una creazione di Dio e Dio, certamente, non l'ha creato a caso, ma al contrario lasciandosi guidare da considerazioni razionali e conformandosi a un piano architettonicamente perfetto. Keplero però non ricerca una spiegazione teologica: si tratta invece di scoprire in primo luogo le leggi di struttura o, come egli le chiama, le leggi "archetipali" che nello spirito del Creatore, hanno presieduto alla creazione del mondo³⁴⁵. Per Keplero questi leggi non possono che essere leggi matematiche o, più esattamente, leggi geometriche. Si tratta, inoltre, di determinare i mezzi fisici (dinamici) usati dall'Architetto, o Ingegnere, Divino, per dare equilibrio alla costruzione, o per impartire il movimento alla macchina³⁴⁶.

Oltre alle tre leggi di Keplero, riguardanti i pianeti, alla serie di fatti che avevano segnato la fine di Tolomeo e di Aristotele, si aggiunse in quel periodo una scoperta definitiva: nel 1609, Galileo (1564-1642), a cui era giunta notizia della scoperta del telescopio in Olanda, si costruì egli stesso - come si è accennato - un telescopio, non prima, tuttavia, che fosse comparso a Venezia un modello dello strumento olandese. Istantaneamente il cielo si riempì di nuovi elementi e l'antica concezione dei corpi celesti divenne più insostenibile che mai. Due fatti si rivelarono di particolar importanza: il primo consisteva nella scoperta dei satelliti di Giove; in secondo luogo erano divenute visibili le macchie solari, e se le osservazioni di Galileo su di esse erano esatte, tali macchie venivano a sottrarre ogni fondamento alla concezione secondo cui i cieli sarebbero stati immacolati e immutabili. Il suo intervento fu particolarmente importante in quanto si era raggiunto uno stadio in cui la situazione sarebbe rimasta inevitabilmente a un punto morto se la nuova astronomia non avesse potuto riallacciarsi in qualche modo alla scienza della dinamica. Il cosmo aristotelico era in pericolo ed era in realtà destinato a crollare a causa delle recenti scoperte astronomiche; tuttavia questi fatti non aiutavano per nulla gli scienziati a superare l'ostacolo - non suggerivano loro come inquadrare lo stesso movimento della terra nel sistema della meccanica aristotelica o come spiegare i movimenti del cielo. Copernico era ricorso al sistema di considerare la terra praticamente come un corpo celeste nel senso aristotelico, una perfetta sfera che seguiva le leggi operanti nelle più alte zone dei cieli.

³⁴⁴ *Keplero: la sua metafisica del sistema solare e la sua critica empirica*, in **Popper, Karl R.** (2004), op. cit., pp. 147-148.

³⁴⁵ Le famose tre leggi planetarie di Keplero che avrebbero costituito la base per la definitiva soluzione fornita da Isaac Newton.

³⁴⁶ Per approfondimenti, **Koyrè, Alexandre** (1966), op. cit.

Galileo ricorse invece al sistema opposto, studiando i corpi celesti come corpi terrestri, considerando i pianeti soggetti alle stesse leggi valide per le palle su di un piano inclinato. Tutto questo era in un certo senso il tentativo di ridurre l'intero universo a leggi fisiche uniformi³⁴⁷; ed è chiaro che il mondo stava diventando maggiormente disposto ad accettare tale concezione³⁴⁸. Galileo elaborò negli anni 1625-1629 la serie di *Dialoghi sui massimi sistemi* che lo condussero alla sua condanna. Questo libro abbraccia l'intero ambito della tesi anti-aristotelica non soltanto nel campo dell'astronomia, ma anche in quello della meccanica, quasi cercasse di codificare tutte le sue tesi contro i seguaci del

³⁴⁷ La rivoluzione scientifica raggiunse il suo massimo significato, le sue conquiste e la massima importanza, nel campo dell'astronomia e della meccanica. Nell'ambito della prima era difficile supporre che l'esperimento nel senso comune del termine potesse avere qualche rilevanza. A proposito della seconda possiamo riferirci a quanto abbiamo osservato quando abbiamo trattato del problema del moto: cioè che sembrava ragionevole affermare che la grande conquista fu dovuta a un mutamento verificatosi nella mente dello scienziato stesso. Era questo un problema che si poteva affrontare solo quando veniva, in un certo senso, concepito in termini "geometrici", così che il moto veniva a essere considerato come se si verificasse nel vuoto dello spazio di Archimede. In realtà, la moderna legge dell'inerzia - la moderna visione dei corpi che continuano a muoversi all'infinito lungo una linea retta - era una legge che ben difficilmente la mente umana avrebbe potuto verificare con l'esperimento o, in ogni modo, con qualche tentativo di rendere l'osservazione più fotografica. La formulazione di essa dipendeva dall'abilità di concepire un corpo puramente geometrico che si muovesse lievemente in un tipo di spazio vuoto e neutrale, completamente indifferente nei riguardi di quanto accadeva, come un pezzo di carta bianco, che rimane ugualmente passivo sia che vi si tracci una linea verticale, sia che vi si tracci una linea orizzontale. Tutto questo rende più facile capire perché Galileo si trovasse a difendere quello che egli chiamava il metodo matematico persino contro il metodo sperimentale, caldeggiato proprio dalla parte migliore degli aristotelici; e rende più facile capire anche perché Bacone, con tutti i suoi esperimenti, fosse in un certo senso fuori dal suo tempo e, nel diciassettesimo secolo, si trovasse esposto alla critica a causa dell'imperfezione della sua matematica. Quello che gli mancava era l'occhio geometrico, il potere di concentrare l'attenzione soprattutto su quanto si poteva misurare e di tradurre un dato problema scientifico in termini matematici. L'estendersi del nuovo metodo doveva tuttavia rivelarsi eccezionalmente importante. Avendo concepito il moto nella sua forma più semplice - il moto che aveva luogo in quello spazio vuoto e senza direzioni nel quale nulla poteva mai avere alcun influsso su di esso e nel quale nessun mezzo poteva opporgli alcuna resistenza - la scuola moderna poteva a questo punto invertire il processo e tornare a prendere in considerazione quei fenomeni che erano stati trascurati. O piuttosto, dobbiamo dire, essa poté considerare questi fenomeni in numero sempre maggiore inserendoli nell'ambito del mondo geometrico e sottoponendoli allo stesso tipo di studio matematico. I fenomeni poterono essere inseriti in questo schema concettuale non più come despoti, ma come servi sottomessi. Questi stessi fenomeni erano ora affrontati con il metodo matematico e ridotti a problemi di geometria; e si poté applicare lo stesso sistema al problema della gravità. Lo stesso metodo che la nuova scienza aveva adottato era tale da orientare la mente verso un maggior numero di campi di ricerca e da suggerire nuove procedure nell'esperimento, attraendo l'attenzione degli studiosi su fenomeni che lo scienziato di tipo aristotelico non avrebbe mai preso in considerazione. Le nuove vie aperte in questo modo, anche nel campo degli esperimenti, dovevano inoltre portare le scienze naturali a non considerare più i fenomeni così come apparivano ordinariamente al senso comune, come cioè erano stati per lo più considerati non solo dagli aristotelici, ma anche come apparivano ai sostenitori della teoria dell'*impetus*. In particolare, la mente, in seguito, dovette occuparsi costantemente di quei fenomeni, e applicarsi a quei problemi, che si potevano sottomettere a misure e a calcoli. Galileo, pertanto, contribuì moltissimo all'affermarsi di questo principio, quando asserì che la forma, la dimensione, la quantità e il modo erano gli elementi essenziali che lo scienziato doveva cercare di esaminare allorché studiava determinati corpi. I sapori, i colori, i suoni e gli odori lo lasciavano indifferente - essi non sarebbero esistiti, egli affermava, se gli esseri umani non avessero posseduto il naso, le orecchie, la lingua e gli occhi. In altre parole, la scienza doveva limitare la sua attenzione a quanto era soggetto a essere misurato e calcolato. Altri fenomeni che, in un primo momento non era possibile esaminare secondo i principi di tale procedura matematica, col passare del tempo poterono tuttavia essere risolti sulla base di questi stessi principi; poterono essere trasformati e reinseriti in un ordine diverso e diventare a loro volta atti in un ulteriore stadio dell'argomentazione, a essere misurati e pesati. Senza le conquiste dei matematici, la rivoluzione scientifica, non sarebbe stata possibile. Per approfondimenti, **Koyrè, Alexandre** (1976), op. cit.

³⁴⁸ Sebbene egli trovò per qualche tempo appoggio e incoraggiamento in alto loco e perfino a Roma, l'intensificarsi della polemica portò, nel 1616, alla condanna dell'ipotesi copernicana da parte della congregazione dell'Indice.

vecchio sistema. Esso sta a testimonianza del fatto che era inutile attaccare le teorie aristoteliche in un solo punto, inutile tentare di reinterpretare in un angolo del campo il principio del moto con la teoria dell'*impetus*³⁴⁹, come avevano fatto gli scolastici parigini, in questo significava riempire il vuoto in un gioco d'intarsio con un pezzo tratto da un gioco d'intarsio completamente diverso. Quello che occorre era un cambiamento su vasta scala dell'intero disegno, la sostituzione di un sistema altamente coerente con un altro; in un certo senso, sembrava che l'intera sintesi aristotelica dovesse venire di colpo rovesciata. Questo il motivo per cui Galileo è così importante, poiché nel momento strategicamente giusto prese l'iniziativa di sferrare un attacco simultaneo sull'intero fronte. L'opera in parola fu scritta in italiano e rivolta a un pubblico più vasto che non fosse quello appartenente al regno della cultura, più vasto di quanto non fosse quel mondo universitario all'attacco del quale Galileo si era mosso. Fu nella meccanica che Galileo offrì il suo principale contributo alla rivoluzione del problema dei cieli; ed egli giunse qui talmente vicino alla meta che i suoi successori ebbero solo da continuare la sua opera lungo la via da lui segnata. La meccanica di Galileo occupa una posizione strategica nella storia della scienza in quanto essa doveva fondersi con l'astronomia di Keplero prima che si potesse stabilire un nuovo ordine nelle scienze. La stessa nuova dinamica non poteva svilupparsi prescindendo completamente dallo studio del moto terrestre. L'importanza di Galileo consiste nel fatto che egli cominciò a sviluppare gli studi della dinamica anche in rapporto al comportamento dei moti celesti: si trattava di "entrare" in quell'*habitus* psichico entro il quale egli aveva posto la questione, accettandolo nel suo complesso³⁵⁰. È in Galileo che troviamo per la prima volta storicamente realizzata la convergenza piena fra la tradizione che fa capo agli esperimenti e alla pratica degli artigiani e dei tecnici e la grande tradizione teorica e metodologica della scienza europea. L'approfondimento teorico della meccanica pratica e la sua trasformazione in scienza sono opera di Galilei: nella sua opera si fondono, in un saldo insieme di conoscenza teorica, la meccanica empirica e la scienza del moto. Con Galilei, il processo di eliminazione degli elementi non naturali dal sapere porta alla costituzione di una soggettività ideale dello scienziato, per la quale egli esprime la sua libertà dai condizionamenti storici e psicologici, dai sentimenti, interessi, differenze mettendosi in condizione di ripetere, nella situazione di purezza e astrattezza che è quella del laboratorio, gli esperimenti scientifici, verificando la validità delle leggi o infirmandola.

A partire da quest'idea, colori, suoni, sapori, odori, sussistono unicamente negli organi sensibili, e non hanno valore oggettivo. Solo la quantità, la grandezza, la figura, il numero, il tempo, la distanza, sono indissolubilmente legati ai corpi. Con la rimozione galileiana dell'animale si enucleano i tratti del soggetto puro della scienza matematica della natura. E si stabilisce il criterio metodico della scienza stessa³⁵¹.

La concezione della scienza - che trova espressione per la prima volta, su un piano filosofico, nell'opera di Francesco Bacone (1561-1626) - gioca un ruolo decisivo e determinante nella formazione dell'idea di progresso³⁵². Quest'idea, e la considerazione del sapere scientifico dalla quale questa idea dipende, nacquero in Europa nel momento in cui una grandiosa quantità di scoperte veniva a modificare in profondità il modo di vivere e di pensare degli uomini dando l'impressione di un nuovo slancio dell'uomo che coincide con un accelerarsi della storia³⁵³. È il momento in cui la scoperta di nuove terre e l'allargamento dei confini del mondo dava modo di "sperimentare" e in qualche modo di

³⁴⁹ Per approfondimenti, vedi qui **V Capitolo**.

³⁵⁰ **Butterfield, Herbert** (1998), op. cit., pp. 80-84.

³⁵¹ **Crespi, Franco; Fornari, Fabrizio** (1998), op. cit., pp. 28-29.

³⁵² Per approfondimenti, vedi qui **nota 311**.

³⁵³ Per approfondimenti, **Bury, John** (1979), *Storia dell'idea di progresso*, Feltrinelli, Milano.

toccar con mano la limitatezza delle dottrine degli antichi. E si va sempre facendo più chiaro il concetto - sul quale la filosofia umanistica aveva già a lungo insistito - che la loro filosofia e la loro scienza non sono raccolte di verità eterne, ma sono invece prodotti storici legati a un tempo e a un luogo determinati, valide e soddisfacenti e pienamente legittime *allora*, ma non più valide né soddisfacenti né legittime *oggi*, in una situazione nuova e diversa nella quale - di fronte a cose e a problemi nuovi - ci si pongono domande differenti che esigono diverse e più articolate risposte³⁵⁴.

L'intera opera di Francesco Bacone è rivolta quindi a sostituire a una cultura retorico-letterario una cultura di tipo tecnico-scientifico. Bacone è perfettamente consapevole che la realizzazione di questo programma di riforma comporta una rottura con la tradizione. La protesta contro la "sterilità" della cultura tradizionale appare fondata in Bacone, proprio sulla contrapposizione delle arti meccaniche alla filosofia, della progressività, caratteristica del sapere tecnico-scientifico, alla immobilità che è tipica degli esercizi dialettici delle Scuole e degli esercizi retorici dell'Umanesimo. Alcune categorie tipiche del sapere tecnico - la collaborazione, la progressività, la perfeibilità, l'invenzione - divengono categorie cui Bacone attribuisce un valore universale. Esse devono servire a qualificare l'intero campo del sapere umano. Assumendo come modello per la cultura le arti meccaniche, facendo leva sui caratteri di progressività e intersoggettività che caratterizzano, almeno in parte, il lavoro dei tecnici è possibile, secondo Bacone, dar luogo a un tipo di cultura che, a differenza della cultura antica, sia suscettibile di progresso. In essa l'opera dei meccanici e degli empirici sarà congiunta a quella dei filosofi. Il progresso della scienza, il miglioramento della condizione dell'uomo richiedono dunque, per Bacone, che il sapere dei tecnici venga inserito nel campo - a esso precluso per una secolare tradizione - della scienza e della filosofia naturale³⁵⁵. I metodi, i procedimenti, le operazioni, il linguaggio delle arti meccaniche si erano affermati e perfezionati al di fuori del mondo della scienza ufficiale, in un mondo di ingegneri, di architetti, di artigiani qualificati, di costruttori di macchine e di strumenti. Quei metodi, quei procedimenti, quei linguaggi devono diventare ora oggetto di considerazione, di riflessione, di studio³⁵⁶. Francesco Bacone, propone di distinguere radicalmente il sapere che si produce nella sfera sociale da quello che si basa sull'esperienza e soprattutto sul dominio tecnico della natura. Bacone, cioè, parte dalla rivendicazione della priorità assoluta dell'orizzonte tecnico, sulla cui base andrà costruendo tutta la sua prospettiva. Bacone, assume un concetto di natura che appartiene alla tradizione biblica. Per lui, infatti, la natura è il sigillo dell'imperfezione, ovvero della caduta dell'uomo a causa del peccato originale, dal quale tuttavia ci si può parzialmente liberare instaurando, mediante la conoscenza empirica ed il suo prolungamento tecnico, il *regnum hominis*, con ciò mantenendo fede all'idea biblica dell'uomo come "signore della terra". Il sapere viene a costituirsi come dimensione eminentemente pratica, ossia tecnica e la conoscenza degli oggetti viene a coincidere con la loro utilizzabilità, la quale, a sua volta, presuppone la

³⁵⁴ Infatti i sostenitori della superiorità dei moderni e gli assertori della non inferiorità dei moderni rispetto agli antichi, si serviranno, per sostenere le loro tesi, principalmente di due argomenti: i ritrovati della tecnica, che hanno modificato in profondità la vita degli uomini, sono la vivente dimostrazione dei progressi realizzati dal genere umano; le grandi scoperte geografiche, che hanno unificato il mondo rendendolo simile a un'unica città, hanno resa angusta la città nella quale vivevano ed operavano gli antichi. Questa tesi veniva anche sostenuta - oltre che sulla base dell'inferiorità della religione pagana con la cristiana - con l'argomento della perfeibilità delle arti e delle scienze.

³⁵⁵ Rossi, Paolo (1974), op. cit., pp. 3-17.

³⁵⁶ Il libro della natura, l'officina degli artigiani, la sala anatomica vennero più volte contrapposte da Boyle - in una polemica che sfiora in più punti una sorta di "primitivismo scientifico" - alla biblioteche, agli studi dei letterati e degli umanisti, alle ricerche puramente teoriche.

sottomissione degli oggetti stessi alla nostra volontà dominatrice³⁵⁷. Non è un caso che il concetto di storia dei mestieri come opera organica e sistematica compare per la prima volta proprio in Bacone e in base al fatto che lo studio delle arti meccaniche occupa un posto centrale nel suo programma per la “ricostruzione delle scienze”. La protesta veemente di Bacone è volta contro la concezione comune che vuole si disonori il sapere se ci si abbassa a indagare o meditare questioni meccaniche. Protesta ancora più energica in quanto egli ritiene la storia della natura lavorata o meccanica di gran lunga la più importante per l’avanzamento della conoscenza. Nell’intero schema del pensiero baconiano è strettissimo il rapporto con la storia dei mestieri. Si tratta di un caso particolare della conoscenza, diretto a beneficio della vita umana in contrasto alla speculazione scolastica “ragnatele del sapere... di nessuna sostanza o profitto”. L’insuccesso degli studiosi è imputato al fatto che essi trascurano la natura e le osservazioni dell’esperienza e dunque si può ritenere che il successo delle arti meccaniche sia dovuto al metodo contrario. Ciò è detto esplicitamente nel *Novum Organum*, dove si istituisce un paragone tra lo sviluppo vigoroso di queste arti e lo stato di stasi e di degenerazione delle scienze intellettuali. Secondo Bacone le scienze hanno accumulato secoli di lacune perché si sono strappate le dottrine dalle loro radici nella natura e s’è dato troppo peso all’autorità degli antichi facendoli divenire dei dittatori. Invece le arti della meccanica si fondono sulla natura e sull’esperienza e, colui che viene dopo, perfeziona il lavoro di chi viene prima. Bacone non riusciva ad afferrare il metodo ipotetico e non trovava laboratori disponibili per la raccolta di dati sperimentali e dunque si volse naturalmente alle fabbriche e alle officine. Ai suoi tempi infatti solo queste potevano offrire condizioni riprodotte in seguito nei laboratori, nelle quali cioè la natura “con arte o per mano dell’uomo... viene sforzata dal suo stato naturale, compressa e modellata”. Anche quando Bacone progetta un collegio di ricerca scientifica, alcuni dei suoi laboratori sono officine costruite su queste basi³⁵⁸. Lo studio induttivo della natura a uso e beneficio dell’uomo ed una nuova storia naturale che metta in giusto rilievo le arti meccaniche è strettamente collegata con la nascita di nuovi mestieri. Una volta compiuta una storia del genere, avvantaggerà l’umanità con la scoperta non solo di molte pratiche ingegnose dei mestieri, ma anche e soprattutto di cause ed assiomi scientifici³⁵⁹.

È stato messo in luce come l’algebra e la geometria si siano sviluppate separatamente, e come il loro connubio - l’applicazione dei metodi algebrici al campo della geometria - sia stato il più grande passo compiuto in tutto il progresso della scienza esatta. Questo fondamentale processo raggiunse il suo culmine ai tempi di Cartesio (1596-1650). Cartesio, infatti, formulò l’idea secondo la quale le scienze che esigevano ordine e misura, sia che la misura riguardasse i numeri, le forme, le dimensioni, i suoni o qualcos’altro, avevano un rapporto con la matematica. “Ci doveva pertanto essere una scienza generale, cioè la matematica, egli disse, “che spiegasse tutto quello che si poteva sapere a proposito dell’ordine e della misura, considerati indipendentemente da qualsiasi applicazione a un campo particolare”. Una tale scienza, egli asserì, avrebbe superato in utilità e in

³⁵⁷ Crespi, Franco; Fornari, Fabrizio (1998), op. cit., pp. 19-25.

³⁵⁸ Houghton, Walter, *La storia dei mestieri in rapporto al pensiero seicentesco*, in Wiener, Philip P; Noland, Aaron (a cura di) (1977), op. cit., pp. 362-390.

³⁵⁹ Dopo il 1640, l’influsso di Bacone opera in due direzioni. Da un lato egli stimolò lo sviluppo della filosofia sperimentale e la formazione di un gruppo di scienziati che lavoravano in collaborazione che si concretizzò formalmente nel 1660 nella *Royal Society*. Nello stesso tempo le implicazioni più generale del pensiero baconiano incisero su un gruppo di persone formato più da riformatori che da scienziati in senso stretto. Questo gruppo pensava più a “progressi” che a “esperimenti”, più a un miglioramento della società che a leggi scientifiche. Entro certi limiti costoro trovavano in Bacone suggerimenti pratici per quella che chiamavano la “riforma dell’intero mondo”. (Nel gruppo figurano tra gli altri: Samuel Hartlib, John Dury, William Petty, John Evelyn).

importanza tutte le altre scienze che in realtà dipendevano da essa. L'uomo, secondo Cartesio, ha bisogno di disfarsi di tutte le sue idee precedenti e di quelle ereditate dalla tradizione, di distruggere in se stesso tutte le credenze e tutte le opinioni, per sottometterle tutte al controllo e al giudizio della ragione. Solo così si ritroverà la purezza originaria della ragione e si potrà giungere alla verità. Le idee che ci appariranno oscure e confuse saranno messe alla prova per mezzo del dubbio. Queste idee, che fanno nascere il dubbio e che sono, a loro volta, distrutte dal dubbio, sono quelle che ci provengono dalla tradizione e dai sensi. Per quanto riguarda quelle chiare, quelle vere, esse sono innanzi tutto le idee matematiche. E la ragione è ugualmente la ragione matematica. Poiché solamente nelle matematiche la mente umana è giunta all'evidenza e alla certezza ed è riuscita a costituire una scienza, una vera disciplina in cui progredire con ordine e chiarezza dalle cose più semplici alle costruzioni più complicate. Quindi il metodo cartesiano, si fonderà essenzialmente sulla matematica. La nuova algebra e l'applicazione dell'algebra alla geometria che rende quest'ultima indipendente dall'immaginazione e trasforma lo spazio in un'entità pienamente intellegibile, costituiscono per lo stesso Cartesio, per i suoi contemporanei e successori e per noi, la sua più grande conquista intellettuale, quella che rende possibile la costituzione di una fisica teorica, quella che permette a Cartesio di rispondere vittoriosamente ad Aristotele e di superare l'ostacolo che aveva fermato Platone³⁶⁰. Nel pensiero di Cartesio appare del tutto abbandonata l'antica condanna delle arti meccaniche³⁶¹. Nelle pagine dei suoi scritti ritornava, espressa con molta energia, la tesi baconiana di una "filosofia pratica" capace di rendere l'uomo quasi padrone e possessore della natura e della indispensabile pubblicità dei risultati del sapere scientifico. Cartesio vuole cercare nel "libro del mondo", e decide di non credere troppo fermamente in nulla di ciò che lo aveva persuaso soltanto in forza dell'esempio e del costume, rinunciando a identificare il mondo dei costumi con quello della ragione. Cartesio considera la ragione stessa come l'esatto opposto del costume, ossia come il luogo in cui è possibile fare *tabula rasa* delle credenze e delle abitudini intellettuali socialmente acquisite, sradicando gli antichi pregiudizi e costruendo su basi solidi ed evidenti un sapere razionale e naturale. Al dogmatismo dei falsi saperi e delle abitudini intellettuali consolidate e socialmente sedimentate, Cartesio contrappone una ricerca basata sulla libera iniziativa di una ragione che risponda soltanto all'evidenza interiore. In questo rifarsi a se stesso e alla propria interiorità, il soggetto cartesiano lascia intravedere il sorgere e l'imporsi dell'individuo borghese moderno, tutto proteso a rivendicare la propria autonomia creativa e a sostituire all'antica sottomissione alle verità del "noi" sociale, esteriormente costruito, l'incrollabile certezza dell'ego³⁶².

Nel 1665 la maggioranza degli elementi della teoria della gravitazione di Newton (1643-1727) erano già stati scoperti, sebbene fossero sparsi in scritti di scienziati diversi così che nessuno li aveva sintetizzati in un unico sistema. La moderna teoria dell'inerzia era stata avanzata da Cartesio. Era stata avanzata anche l'ipotesi che la gravità fosse universale e presente in tutti i corpi e che dovesse essere controbilanciata da una forza centrifuga. Questi concetti della meccanica terrestre si dovevano incorporare in una sintesi complessiva che tenesse conto delle scoperte degli astronomi³⁶³. Bisognava dimostrare in sede matematica che i pianeti si comportavano così come aveva affermato Keplero,

³⁶⁰ Koyrè, Alexandre (1996), op. cit., pp. 31-69.

³⁶¹ Rossi, Paolo (2007), op. cit., p. 115.

³⁶² Crespi, Franco; Fornari, Fabrizio (1998), op. cit., pp. 31-32.

³⁶³ Esse comprendevano le tre leggi di Keplero sul movimento dei pianeti, la prima secondo cui le orbite sono ellittiche; la seconda, la quale affermava che una linea tracciata tra il Sole e un qualsiasi pianeta copriva in tempi uguali aree uguali, e l'ultima secondo la quale il quadrato del tempo dell'orbita era proporzionale al cubo di metà della distanza dal Sole.

supponendo che i loro movimenti fossero regolati da leggi meccaniche. Fu quindi merito della nuova teoria dei cieli l'aver spiegato alcune tra le anomalie minori e l'aver compreso in un'unica sintesi un mondo di interazioni molto più ampio di quello considerato da Keplero in tutte le sue opere. Newton comunicò al mondo le sue conquiste intellettuali nel 1685. Uno degli scopi che si proponeva diffondendo il suo sistema era quello di dimostrare l'impossibilità della teoria dei vortici formulata da Cartesio. Molti (soprattutto i cartesiani) considerarono Newton anti-scientifico, in quanto aveva riportato sulla scena due principî che erano stati banditi come prodotti della superstizione: l'idea del vuoto e l'idea di un influsso che poteva attuarsi attraverso lo spazio tra corpi che non si toccavano l'uno con l'altro. La sua "attrazione" era considerata talvolta come una ricaduta nelle vecchie eresie, che avevano quasi attribuito alla materia proprietà occulte. Egli pensò che la gravitazione rappresentasse un effetto che doveva essere prodotto da Dio attraverso tutto lo spazio, proponendo in tal modo qualcosa che rendeva l'esistenza di Dio logicamente necessaria e riscattava l'universo dal sistema supermeccanicistico creato da Cartesio. Inoltre, Newton pensava che anche certi fenomeni irregolari che si verificavano nei cieli - combinazioni e movimenti rari o il passaggio d'una cometa - potevano causare un lieve turbamento nel meccanismo, richiedendo quindi l'intervento di Dio³⁶⁴. È all'intuito e al genio sperimentale di Newton, che dobbiamo l'idea della decomposizione della luce e la prima teoria scientifica dei colori dello spettro; è alla sua profonda intelligenza filosofica che dobbiamo la formulazione - anche se non la scoperta - delle leggi fondamentali del movimento e dell'azione, insieme alla chiara comprensione del metodo e del significato della ricerca scientifica; fu la sua invenzione del calcolo infinitesimale a mettere in grado di dimostrare l'identità di gravitazione terrestre e celeste e di scoprire la legge d'attrazione fondamentale che unisce strettamente i minimi e i massimi corpi - stelle e atomi - dell'universo infinito. Con l'universale applicazione della legge di attrazione egli teorizza l'unità fisica dell'universo conferendogli al tempo stesso un'unità intellettuale. Identiche relazioni connettono identici contenuti. In altre parole, un unico, identico apparato di leggi regola i movimenti dell'universo infinito: sia quello di una mela che cade al suolo sia quello dei pianeti che si muovono intorno al sole. Questa legge universale è, secondo Newton, l'unica che Dio poteva ragionevolmente scegliere e adottare come legge della creazione. Il maggior pregio dell'intelligenza e del lavoro di Newton sta nell'aver combinato ad un eccellente genio sperimentale un altrettanto eccellente genio matematico. La caratteristica distintiva della scienza newtoniana consiste proprio nell'aver strettamente legato matematica ed esperimento nella trattazione matematica dei fenomeni, vale a dire dei dati forniti dall'esperienza o (come in astronomia dove non si possono compiere esperimenti) dall'osservazione. Il merito di Newton è, però, ancora più grande. Vi è in lui - oltre alla religione ed al misticismo - una profonda intuizione dei limiti di un'interpretazione della natura di tipo esclusivamente meccanico. L'intricata e misteriosa fabbrica del mondo sembrava però richiedere un'azione intenzionale, come Newton non mancò di affermare. Per usare un'espressione volteriana *l'horloge implique l'horloger*. La scienza newtoniana dunque, pur rinunciando espressamente, in quanto filosofia matematica della natura, alla ricerca di cause (sia fisiche che metafisiche), appare storicamente fondata su una concezione dinamica della causalità fisica e strettamente connessa alla metafisica teistica o deistica. Questo sistema metafisico non si presenta, naturalmente, come una parte costitutiva e integrante della scienza newtoniana; non penetra nelle sue strutture formali. Tuttavia, non è affatto casuale che, non solo per lo stesso Newton, ma anche per tutti i newtoniani - con l'unica eccezione di Laplace - questa scienza implichi una razionale credenza in Dio³⁶⁵. La scienza

³⁶⁴ Butterfield, Herbert (1998), op. cit., pp. 176-185.

³⁶⁵ Koyré, Alexandre (1972), op. cit., pp. 5-26.

newtoniana è una scienza pratica; molto evidentemente una delle sue fonti è il sapere degli artigiani del Medioevo, il sapere dei costruttori di macchine; essa stessa dà, almeno in linea di principio, i mezzi per agire sul mondo, per prevedere e modificare il corso di certi processi, per concepire dispositivi atti a sfruttare e ad attivare alcune delle forze e delle risorse materiali della natura. Non è un caso che, dietro le sue prudenti dichiarazioni (*hypothesis non fingo*), Newton dissimulava la passione di un alchimista. Parallelamente ai suoi studi matematici, Newton, durante trent'anni aveva studiato le antiche strutture alchemiche e aveva esplorato con accaniti e minuziosi studi di laboratorio la possibilità di realizzare il gran lavoro della sintesi dell'oro. La sintesi newtoniana, l'unificazione del cielo e della Terra fu l'opera di un chimico, non di un astronomo. Newton cercava nel cielo forze analoghe alle forze chimiche, alle affinità che forniscono ad ogni composto chimico proprietà specifiche differenti, conferendogli un'attività qualitativamente differenziata. Scopri una legge universale di cui affermò con enfasi la validità per tutti i fenomeni, chimici, meccanici, celesti. La sintesi newtoniana non è pertanto una rottura, è una sorpresa, è una scoperta inattesa, sconvolgente, che la cultura commemora facendo di Newton il vero simbolo della scienza moderna. Questa scienza supponeva un ordine universale, supponeva un metodo laborioso di misura e manipolazione capace di scoprire la verità del mondo. Ed ecco che la natura si lascia effettivamente decifrare, ecco che risponde e assai al di là delle speranze dell'interrogante³⁶⁶.

³⁶⁶ Prigogine, Ilya; Stengers, Isabelle (1999), op. cit., pp. 64-65.

VI.3 Configurazioni narrative: il Filosofo naturale

Eugenio Garin scriveva in uno splendido saggio: “I nuovi filosofi erano uomini diversi, che si rivolgevano a mondi diversi, separati ormai da un solco che dal principio del Quattrocento si era andato sempre più approfondendo. Erano ribelli alla tradizione della scuola, coloro che dagli antichi avevano imparato che non c’è il libro unico, ma che i libri sono tanti; che, oltre e prima dei libri degli uomini, c’è il gran libro della natura; che per capirlo non serve l’autorità ma è necessaria la ragione. Erano coloro che volevano la conoscenza, ma per l’azione; che erano pronti a tutto, anche a cercare i segreti della magia naturale per dominare il mondo, ma impegnati a liberare la scienza dalla magia. Vivevano ormai in un altro mondo, non conciliabile col vecchio: un mondo senza confini, dove si muovevano infiniti altri sistemi, dove la Terra ruotava intorno al Sole, dove l’uomo cercava una misura di certezza non solo scavando dentro di sé come Montaigne, ma sforzandosi di conoscere meglio gli abitanti di terre da sempre sconosciute, difficili da far rientrare nei quadri teologici tradizionali. Erano uomini che la Chiesa condannava senza eccezione, proprio perché distruggevano il suo mondo. Esclusi o malvisti nelle università, i nuovi filosofi andarono costruendo fra l’appartato e l’occulto altri luoghi d’incontro e di ricerca, sotto la protezione di principi o sovrani. Lì, in accademie e società, si andarono affaticando per fondare su basi sicure, o comunque criticamente discusse, la nuova enciclopedia del sapere, la nuova scienza capace di instaurare il regno dell’uomo, liberando le vie della ragione dall’insidia dell’occulto: l’astronomia dall’astrologia divinatrice, la fisica dalla magia cerimoniale. Lungo due secoli fu questo lo sforzo di un numero non grande di uomini costretti a combattere su più fronti, senza neppure una caratterizzazione precisa: senza sapere bene cosa fossero e cosa stessero cercando. La crisi dell’enciclopedia medievale aveva non solo cancellato barriere, ma distinzioni antiche. L’artista si era fatto scienziato, il filologo teologo, lo storico moralista, il fisico filosofo. Furono i nuovi filosofi inquieti e ribelli, una specie di cavalieri erranti del sapere, che si mossero fra sogni e magie, fra utopie ed illusioni di paci universali e perpetue, fra riflessioni critiche capaci di ogni sondaggio interiore, fra vagabondaggi mistici in mezzo alle anime delle stelle e a formule matematiche capaci di tradurne i moti, finalmente non più circolari”³⁶⁷.

In questo periodo è ancora dominante una configurazione narrativa al cui centro si trova un sistema di norme e valori confessionale, variamente intessuto di saperi metafisici di origine non confessionale, le “filosofie” di modi di organizzazione passati, che non solo avevano costituito il tessuto connettivo dell’elaborazione dogmatica del cristianesimo delle origini, ma erano sempre riutilizzabili in chiavi nuove. Su questo nucleo si innestano i nuovi “fatti”, i saperi tecnici della contabilità, della medicina, dell’alimentazione, dell’agricoltura, delle costruzioni, delle varie industrie e attività commerciali, dell’arte visiva, della navigazione. La soluzione alle contraddizioni emerse in questa nuova configurazione tuttavia non sarà l’abbandono dei vecchi quadri ma la nuova strutturazione dei saperi intorno a due nuclei quello dei “valori ultimi” col loro corredo di immaginari stratificati e quello dell’efficacia e dell’efficienza tecnica. Si tratta di un processo costitutivo estremamente tormentato e a tratti drammatico, che darà luogo ad una nuova configurazione narrativa utile alla gestione del modo di organizzazione ormai formato. Di fatto, poi, quando una conoscenza consegue una dimensione strumentale per un uso pragmatico, tende ad essere utilizzata ignorando o “dimenticando” i suoi presupposti in rappresentazioni collettive del passato, sia di tipo confessionale che “epistemologiche”. I

³⁶⁷ Garin, Eugenio (2005) (a cura di), *L’uomo del rinascimento*, Laterza, Roma-Bari, pp. 200-201.

saperi pratici si autonomizzano come tecniche correnti nella configurazione di un sistema storico, ed è proprio ponendo l'enfasi sulla funzione strumentale che essi si rendono autonomi, producendo nel lungo periodo anche una loro specifica ideologia tecno-scientista³⁶⁸.

Questa affresco ci dice della complessa configurazione narrativa dalla quale emerge il Filosofo naturale e di come questa sia il prodotto della convergenza di variabili eterogenee. Gli influssi dell'industria e dell'ingegneria sul pensiero scientifico hanno, ad esempio, contribuito al mutamento di idee, al modo di affrontare i problemi di concepire sia la realtà, sia la materia stessa. Una serie di libri del diciassettesimo secolo testimonia dei progressi tecnici raggiunti a quel tempo in diversi campi: nello sfruttamento delle miniere e nella metallurgia, per esempio. È lecito supporre che alcune di queste opere abbiano aperto la strada alla chimica moderna, che è errato immaginare sia sorta esclusivamente dall'alchimia. In questo settore tecnico, e soprattutto nell'ambito della meccanica e dell'idrostatica, non v'è dubbio che Archimede ebbe nel corso della rivoluzione scientifica un'ulteriore influenza: dobbiamo guardare a lui quasi come al patrono della mentalità meccanica, e dei moderni sperimentatori nel campo della fisica. Al principio vi era una notevole frattura tra pratici e teorici: i navigatori erano troppo ignoranti in matematica, mentre i matematici non avevano alcuna esperienza di mare³⁶⁹. Coloro che studiavano la traiettoria dei proiettili o l'esatto angolo che doveva formare il cannone con il terreno, erano per lo più assai lontani da coloro che in pratica tiravano i colpi di cannone in tempo di guerra. Chi disegnava le carte geografiche o topografiche, i geometri, gli ingegneri, sentivano tuttavia da molto tempo la necessità di qualche nozione matematica, i viaggiatori portoghesi che avevano scoperto nuove terre avevano avuto bisogno dell'aiuto della scienza per andare con le loro navi a sud dell'equatore; William Gilbert fu in rapporto con i naviganti, e Galileo parla dei problemi che sorgevano nei cantieri navali di Venezia o del modo di servirsi dell'artiglieria e di estrarre l'acqua dalle miniere. In realtà è esatto rappresentarsi Galileo come un uomo che passava il suo tempo in un laboratorio nel quale ci si serviva della meccanica, e si ammaestravano allievi a creare sempre qualcosa di concreto - che si potesse anche vendere - e si facevano sempre esperimenti, così che il meccanico e l'artigiano s'univano insieme con il filosofo a formare un moderno tipo di scienziato. È stato sostenuto che il numero sempre crescente di strumenti meccanici nel mondo aveva, alla lunga, creato una sorta di interesse particolare o un moderno *habitus* psichico, un diretto interesse per il modo nel quale tali strumenti funzionavano, e la tendenza a considerare la natura dallo stesso punto di vista. Galileo osservò il percorso dei proiettili, il funzionamento della leva e il comportamento delle palle poste su piani inclinati, finché sembrò conoscerli, per così dire, dall'interno: gli orologi a ingranaggio erano ancora una sorprendente novità quando, nel quattordicesimo secolo, sorse l'idea che i corpi celesti potessero essere come pezzi di un simile ingranaggio. La prima propaganda in favore del movimento scientifico si basò in particolar modo sull'utilità pratica dei risultati che ci si attendeva da esso; ed era questa una delle ragioni portate dagli scienziati e dalle società scientifiche per ottenere il patrocinio dei re. L'attenzione della *Royal Society* era in realtà rivolta, ai suoi primi tempi, a problemi di utilità pratica; e per un periodo notevolmente lungo uno dei problemi presentati con insistenza ai tecnici e agli scienziati fu di urgente necessità: quello di scoprire un modo soddisfacente per misurare la longitudine. Diventano particolarmente importanti, nel diciassettesimo secolo, le scoperte di strumenti scientifici, soprattutto di

³⁶⁸ **Lentini, Orlando** (2003), *Saperi sociali, ricerca sociale 1500-2000*, Franco Angeli, Milano, pp. 14-16.

³⁶⁹ Per approfondimenti sul processo d'integrazione fra categorie d'individui con *habitus* psichici differenti vedi l'interessantissimo **Elias, Norbert** (2010), op. cit.

strumenti di misura; ed è difficile per noi comprendere quante difficoltà dovessero esserci state nei secoli precedenti a causa della loro mancanza. Il telescopio e il microscopio fanno la loro prima apparizione proprio all'inizio del secolo ed è difficile non considerarli come un prodotto delle industrie olandesi di raffinamento del vetro e dei metalli. Il microscopio tuttavia risultò, per molto tempo, inadeguato alle sue funzioni, evidentemente a causa di una deficienza non della tecnica della costruzione come tale, ma nella stessa scienza dell'ottica. Galileo rappresenta una fase importante nello studio del termometro e dell'orologio a pendolo e il barometro fa la sua apparizione alla metà del secolo. Qualora si consideri la ricchezza e la natura fantasiosa degli oggetti che ingombravano anche nel sedicesimo secolo il laboratorio dell'alchimista, si intuisce che difficilmente può essere stata la deficienza dei mezzi tecnici a ritardare la scoperta di alcuni moderni strumenti scientifici; sebbene sembri che, nei campi nei quali la precisione e la raffinatezza della lavorazione o del vetro o del metallo erano particolarmente necessarie, il progresso tecnico raggiunto nel diciassettesimo secolo sia un fattore tutt'altro che trascurabile. Il metodo sperimentale comportava, nella prima metà del diciassettesimo secolo, un serio onere finanziario per chi lo metteva in pratica. Nella seconda parte del secolo, quando le irregolari riunioni degli scienziati divennero associazioni scientifiche - la *Royal Society* in Inghilterra, l'*Académie des Sciences* in Francia (e simili società anche precedentemente in Italia) - queste associazioni contribuirono alle spese necessarie. Le loro pubblicazioni e la creazione di periodici, resero ancora più rapidi la comunicazione e il confronto dei risultati ottenuti con la scienza³⁷⁰.

Questo il quadro generale: volgiamoci ora ad un'esposizione più dettagliata.

La diffusione dei processi di produzione che accompagnarono l'affermazione della civiltà tecnologica con una lenta gestazione, iniziata durante il Medioevo, nei secoli XV e XVI aveva fatto maturare una tecnologia che richiedeva ormai personale specializzato e che, a causa dei servizi che rendeva alle comunità, conferiva un rango privilegiato al personale stesso. Il progresso sociale ha fatto scomparire la schiavitù e la mano d'opera ha un costo notevole. L'aumento della popolazione fa sì che aumenti anche il bisogno di beni di consumo. La diffusione dei mulini ad acqua ed a vento è imposta dalla necessità economica. Anche la scomparsa della schiavitù favorì lo sviluppo della mentalità sperimentale. Poiché il lavoro manuale non era più considerato un'occupazione servile, gli uomini di scienza non sdegnarono di costruire macchine e di dedicarsi agli esperimenti. Gli antichi non avevano riconosciuto la dignità del lavoro manuale, e ciò aveva limitato i progressi delle loro scoperte, riducendo l'attività scientifica a osservazioni passive e a discussioni dialettiche sulle cause prime³⁷¹. Così l'evoluzione sociale determinò le condizioni di una nuova età della scienza. Nel Rinascimento gli studiosi di scienza sono nello stesso tempo anche tecnici, se non tutti, almeno in grande maggioranza. Soprattutto la meccanica applicata trova allora accoglienze assai favorevoli. Il nuovo *habitus* psichico induce gli uomini ad utilizzare nel miglior modo possibile tutte le risorse naturali: forza dell'acqua e del vento, vie d'acqua, miniere, foreste e terreni. La bardatura e l'impiego efficace del cavallo sono diventati ormai fatti tecnici; sono stati costruiti meccanismi assai complessi per i mulini a vento; si è compresa l'utilità dei canali, delle dighe, delle macchine idrauliche. Ecco dunque comparire di nuovo gli ingegneri³⁷². L'ingegnere, personaggio ufficiale come il medico o l'astronomo, spesso identificato con questi ultimi nella medesima persona, era anche lui mantenuto dal principe per i bisogni del governo. Costruiva canali e dighe, deviava i fiumi, edificava fortificazioni e disegnava macchine d'ogni tipo. Doveva inoltre dare il proprio parere, come i colleghi delle altre discipline, su

³⁷⁰ Butterfield, Herbert (1998), op. cit., pp. 111-114.

³⁷¹ Per approfondimenti, vedi qui **III Capitolo**.

³⁷² Per approfondimenti, vedi qui **IV Capitolo**.

tutte le questioni che richiedevano la conoscenza della matematica o, più semplicemente, una buona cultura generale³⁷³. I progressi della meccanica applicata giovarono molto ai ricercatori delle generazioni successive e determinarono un nuovo clima scientifico ed aprirono la strada al metodo sperimentale, fornendone in concreto i mezzi³⁷⁴.

Anche il fatto che, nel Quattrocento e nel Cinquecento - soprattutto in Italia -, l'aristotelismo si fosse "trasformato", rispecchia la nuova cosmologia riflesso della stabile prosperità commerciale allora raggiunta dalle città italiane e da questo nuovo rapporto tra teoria e pratica. Queste avevano goduto e insegnato per lungo tempo nelle loro università una filosofia perfettamente laica e anticlericale che esprimeva la nuova cultura di questa società mondana e commerciale. A Padova, a Bologna, a Pavia regnava un aristotelismo che poco si preoccupava di adeguarsi agli interessi teologici. Non a caso, mentre la scienza nordica controllata dalla Chiesa spingeva all'aperta ribellione contro la scienza stessa tutti coloro che venivano a contatto con le nuove correnti, la scienza anticlericale delle università italiane progredì con fermezza nell'autocritica verso le conquiste di Galileo. Fondamentale fu anche lo stretto rapporto tra lo studio di Aristotele e lo studio della medicina. A Parigi la Sorbona aveva il suo apice nella Facoltà di Teologia; a Padova la Facoltà delle Arti portava solo a quella di Medicina e Aristotele vi veniva insegnato in preparazione non a una carriera ecclesiastica bensì allo studio della medicina; conseguentemente si dava particolare rilievo ai suoi scritti di fisica, alla sua storia naturale e alla sua metodologia scientifica. L'Aristotele del medico differiva necessariamente dall'Aristotele del teologo. I docenti non scrivevano opere teologiche né commentari alle Sentenze. Di solito avevano essi stessi una laurea in medicina; applicavano Aristotele ai problemi medici e alle questioni di metodo che sorgevano nella scienza medica; interpretavano Aristotele alla luce dei migliori scrittori di medicina della tradizione greca e araba. Questa tradizione, che risale al grande Galeno, faceva della dissezione e dell'esperimento uno dei maggiori strumenti d'indagine. Non c'è da stupirsi dunque se questa metodologia pratica fu acquisita anche in altri campi di studio³⁷⁵; metodologia che non comportava più perdite di prestigio - avvalendosi dell'aura simbolica della medicina - e che assottigliava, se non dissolveva, la barriera tra *vita activa* e *vita contemplativa*. Infine la libertà di pensiero e di insegnamento garantita da Venezia, lo Stato che in Italia era alla testa dell'antipapalismo e dell'anticlericalismo, dopo l'acquisizione di Padova nel 1404, attraeva le menti migliori da tutta Italia, specialmente i filosofi meridionali. Padova rimase fino al tempo di Galileo la principale scuola scientifica d'Europa, baluardo della fisica qualitativa aristotelica e maestra anche di coloro che in seguito dovevano distaccarsene. Se dunque si giunse ai concetti della fisica matematica attraverso una lunga critica delle idee aristoteliche, il "nuovo metodo", la logica e la metodologia accolte ed espresse da Galileo e destinate a divenire il metodo dei fisici del Seicento furono il risultato di una fertile ricostruzione critica della teoria scientifica aristotelica intrapresa in particolare a Padova e fecondata dalle discussioni metodologiche dei commentatori dei grandi medici del passato³⁷⁶.

Una distinzione ricorrente - come si è visto - è stata quella tra sapere teorico e pratico, il sapere dei filosofi e quello degli empirici³⁷⁷. La distinzione tra sapere "liberale" e sapere "utile" era un'annosa questione che continuò a essere dibattuta nella prima età moderna,

³⁷³ Basti pensare a Leonardo da Vinci o a Simone Stevino.

³⁷⁴ **Daumas, Maurice** (1978), op. cit., pp. 35-38.

³⁷⁵ Basti pensare agli esperimenti fisici galileiani. Nel campo della stessa anatomia non possiamo non ricordare William Harvey e i suoi studi sulla circolazione sanguigna.

³⁷⁶ **Randall, John Hermann**, Il metodo scientifico allo Studio di Padova, in **Wiener, Philip P; Noland, Aaron** (a cura di) (1977), op. cit., pp. 147-155.

³⁷⁷ Per approfondimenti, vedi qui **III** e **V Capitolo**.

anche se la valutazione relativa dei due generi di sapere stava subendo un rovesciamento, perlomeno in alcuni circoli³⁷⁸. Il sapere “liberale”, come la conoscenza dei classici greci e latini, godeva di alta reputazione alla metà del Quattrocento e ancora nel secolo successivo, mentre la conoscenza meramente “utile”, del mestiere, ad esempio, o dei processi di produzione, era tenuta in scarsa considerazione, al pari degli artigiani o i commercianti che la possedevano: seguendo una classificazione medievale ancora in uso in questo periodo, gli artigiani erano visti dalle classi elevate come praticanti delle sette “arti meccaniche”, tradizionalmente specificate come tessitura, costruzione di navi, navigazione, agricoltura, caccia, medicina e recitazione. In questo periodo tale superiorità stava subendo un processo di erosione. E dunque un ruolo preponderante alle origini della scienza sperimentale - nel senso di sapere artigiano sistematizzato - è esercitato non solo dal fatto che la classe degli artigiani e dei potenziali produttori di innovazioni tecniche non è più, come in Grecia, una classe disprezzata, ma anche perché, gli intellettuali come gli artigiani, sono in maggioranza indipendenti dal potere. Essi sono - in città oramai mercantili e dinamiche - dei liberi imprenditori, artigiani-inventori alla ricerca di un mecenate, che tendono ad amplificare al massimo gli effetti di una novità, a diffonderla e a sfruttarne tutte le possibilità, sia pur pericolose per l'ordine costituito. La società europea, imprenditrice e mercantile, era particolarmente adatta a suscitare e a sostenere il dinamico e innovatore sviluppo della scienza moderna nei suoi primi stadi. Fioriscono così numerosi cambiamenti nelle concezioni del sapere, tra cui il crescente interesse per i numeri. L'uso di cifre o “statistiche” venne associato al nuovo ideale di un sapere impersonale o imparziale, quella che più tardi si sarebbe chiamata “oggettività”. Si verificò uno spostamento di equilibrio nell'importanza relativa del sapere liberale e di quello utile a favore di quest'ultimo. Si incominciò ad avere una nuova visione del sapere come cumulativo. Il termine novità perse le sue associazioni peggiorative e divenne una qualità positiva³⁷⁹. La più nota espressione di questa visione di progresso è quella di Francesco Bacone, nel suo libro appropriatamente intitolato *Il progresso del sapere*³⁸⁰.

La difesa delle arti meccaniche dalla accusa di indegnità, il rifiuto di far coincidere la cultura con l'orizzonte delle arti liberali e le operazioni pratiche con il lavoro servile, implicavano in realtà l'abbandono della concezione della scienza come disinteressata contemplazione della verità, come ricerca che nasce solo dopo che si sono apprestate le cose necessarie alla vita. E alla polemica antiaristotelica si unisce sovente l'altra - largamente diffusa entro la letteratura tecnica - rivolta contro ogni forma di sapienza occulta e segreta, contro l'antichissima concezione sacerdotale del sapere. Gli scrittori di cose tecniche e i filosofi naturali insistono concordemente su un punto: il sapere ha carattere pubblico e collaborativo, si presenta come una serie di contributi individuali,

³⁷⁸ Un esempio illuminante del mutamento in corso dell'impiego di queste categorie in un contesto pratico ci viene dalla costruzione del duomo di Milano intorno all'anno 1400. Durante i lavori sorse una disputa tra l'architetto francese e capimastri locali che, riuniti in assemblea, sostennero che “la scienza della geometria non dovrebbe avere posto in queste faccende poiché la scienza è una cosa e l'arte un'altra”; a quest'argomentazione, l'architetto responsabile del progetto rispose che “l'arte senza la scienza” (in altre parole, la *techné* senza l' *epistēmē*) “non vale nulla”.

³⁷⁹ Basti pensare a titoli di opere come: *Astronomia Nuova* di Keplero e nei *Discorsi e dimostrazioni matematiche sopra due nuove scienze* di Galileo.

³⁸⁰ Sul frontespizio e nel testo di più d'uno dei suoi libri, Bacone si servì di un'immagine di grande impatto visivo, che simboleggia il suo desiderio di cambiare il sistema: è l'immagine del “mondo intellettuale” illustrato da un'incisione di un globo terrestre o, in alternativa, di una nave che viaggia oltre le Colonne d'Ercole alla ricerca di nuovi territori. “Sarebbe un disonore per noi”, egli scrisse nel suo *Refutation of Philosophies*, “ora che i vasti spazi del globo materiale, le terre e i mari, sono stati aperti ed esplorati, se i limiti del globo intellettuale fossero stabiliti dalle anguste scoperte degli antichi”. L'ambizione di Bacone era chiaramente quella di un Colombo intellettuale che avrebbe “ridisegnato la mappa del sapere”. **Burke, Peter** (2002), op. cit., pp. 148-149.

organizzati nella forma di un discorso sistematico, offerti in vista di un successo generale che dev'essere patrimonio di tutti gli uomini. Questo modo di considerare il sapere e la scienza gioca un ruolo decisivo e determinante nella formazione e negli sviluppi dell'idea di progresso scientifico. Gli uomini che operavano nelle officine, negli arsenali, nelle botteghe o che, abbandonato il disegno per la pratica, consideravano le operazioni che ivi si svolgevano come una forma di conoscenza, giunsero a teorizzare, per il loro lavoro, fini assai differenti e certo più impersonali di quelli della santità individuale o dell'immortalità letteraria. Il senso della ulteriore perfettibilità della propria opera, l'affermazione della necessità della cooperazione intellettuale e della progressività di un sapere che cresce su se medesimo nel tempo arricchendosi mediante l'opera congiunta di molti, il riconoscimento dei risultati sempre nuovi cui danno luogo le arti, conducevano d'altro canto ad affermare la limitatezza dell'orizzonte culturale degli antichi e a sottolineare il carattere provvisorio e storico delle loro scoperte e delle loro verità. Questo motivo, sul quale avevano a lungo insistito gli umanisti del Quattrocento, si congiungeva in tal modo all'attribuzione di un valore universale ad alcune categorie tipiche del sapere tecnico: la collaborazione, la progressività, la perfettibilità, l'invenzione. La cultura filosofica del Seicento portava così a piena e matura consapevolezza alcuni motivi di pensiero che si erano andati lentamente affermando ai margini della cultura ufficiale, al di fuori della cultura accademica, quasi sempre in opposizione ad essa: non pochi dei suoi maggiori esponenti si rendevano in tal modo interpreti di alcuni vitali esigenze presenti nella realtà storica moderna. Certo è, comunque, che l'idea del sapere come costruzione, l'assunzione del modello "macchina" per la spiegazione e la comprensione dell'universo fisico, l'immagine di Dio come "orologiaio", la tesi che l'uomo può davvero conoscere ciò che fa o costruisce e *soltanto* ciò che fa e costruisce, sono tutte affermazioni strettamente connesse alla penetrazione - nel mondo dei filosofi e degli scienziati - di quel nuovo modo di considerare la "pratica" e le "operazioni"³⁸¹.

Questa nuova visione del mondo fa sì che nello studio della filosofia naturale e della matematica predomini nettamente la risoluzione del sapere "fisico" in un sapere di carattere tecnico concernente le fortificazioni, la strategia, l'uso delle artiglierie. La geografia e l'astronomia sono insegnate in funzione della navigazione; la medicina in funzione del soccorso e della medicazione dei feriti³⁸². Si affermava dunque l'esigenza di una cultura nella quale l'osservazione dei fenomeni, l'attenzione per le opere, la ricerca empirica divengono preminenti rispetto alle evasioni retoriche, ai compiacimenti verbali, alle sottigliezze logiche, alle costruzioni a priori. Un tipo di società, questa, nella quale la capacità negli affari politici e nella diplomazia, la cultura, le maniere cortesi, la competenza nell'arte militare e in quella della navigazione stavano diventando elementi ben più importanti e decisivi delle originarie virtù del sangue e della nascita³⁸³.

Infatti, alla distruzione della vecchia visione del mondo daranno contemporaneamente il loro contributo alcuni esponenti della cultura filosofica e non pochi rappresentanti di quei gruppi di artigiani più avanzati che, entrando in rapporto con gli ambienti umanistici e con l'eredità del mondo classico, cercano nelle opere di Euclide, di Archimede, di Vitruvio o di Erone una risposta alle loro domande. Di trattati di carattere tecnico, che sono talora

³⁸¹ Rossi, Paolo (2007), op. cit., pp. 21-23.

³⁸² Ad esempio in quel periodo gli intellettuali inglesi - che contribuiranno moltissimo all'affermazione di questa nuova configurazione narrativa - tendevano ad adattare gli ideali umanistici della cortesia alle nuove esigenze della società elisabettiana. Da un lato l'aristocrazia veniva spinta all'acquisizione di un patrimonio tecnico-culturale che la ponesse in grado di fronteggiare validamente l'ascesa della nuova classe sociale degli uomini di legge e dei proprietari di terre, dall'altro lato l'educazione umanistica veniva presentata come capace di fornire, a questa aggiornata aristocrazia, le conoscenze tecniche indispensabili per conquistarsi un posto a corte e nella società.

³⁸³ Ivi, pp. 30-32.

veri e propri manuali, talora sparse considerazioni sul proprio lavoro o sui procedimenti impiegati nelle varie arti, è straordinariamente ricca la letteratura del Quattrocento e del Cinquecento. Opere di questo tipo dettero un contributo decisivo al contatto fra sapere scientifico e sapere tecnico-artigianale ed ebbero un effetto determinante sulla nascita della cooperazione fra scienziati e tecnici e fra scienza e industria³⁸⁴.

Nel Quattrocento, in Italia, ebbe infatti a verificarsi un'altra fondamentale convergenza: l'unione fra le concezioni scientifiche e l'arte. Fu infatti un umanista come Leon Battista Alberti a dare inizio a quella "concezione scientifica dell'arte" in base alla quale la matematica (teoria delle proporzioni e teoria della prospettiva³⁸⁵) divenne il terreno comune all'opera del pittore e a quella dello scienziato³⁸⁶. La pittura è scienza, ed è scienza la visione prospettica, propria dei pittori, sulla quale essa è fondata³⁸⁷. Nelle botteghe fiorentine del Quattrocento, si era attuata - come si è già notato - la fusione di attività tecniche e scientifiche di lavoro manuale e di teoria. Alcune di queste botteghe si trasformavano in veri e propri laboratori industriali. In questi laboratori, che sono insieme officine e botteghe d'arte, e non nelle scuole, si formano i pittori e gli scultori, gli ingegneri e i tecnici, i costruttori di macchine³⁸⁸. Qui, accanto all'arte di tagliare pietre e di colorare il bronzo, accanto alla pittura e alla scultura, venivano insegnati i rudimenti dell'anatomia e dell'ottica, il calcolo, la prospettiva e la geometria, venivano progettati la costruzione di volte e lo scavo dei canali³⁸⁹. Era in queste officine che lavoravano assieme l'artista, l'artigiano e il filosofo³⁹⁰: è dal loro incontro che, fuso in una sola persona, nascerà il Filosofo naturale. Inoltre, seguire più da vicino di quanto non si fosse fatto per il passato i procedimenti delle arti meccaniche volle dire per molti rendersi conto del distacco esistente, nella tradizione culturale, fra *globus intellectualis* e *globus mundi*: fra la struttura concettuale delle scienze e la loro capacità di servire concretamente ad usi umani rendendo conto di "fatti nuovi". Distacco reso ancor più netto dal prodigioso allargamento dei confini del mondo celeste e del mondo terrestre che si verificò nel XVI secolo, che infatti non fu senza risonanza né sulle opere dei filosofi³⁹¹ e dei logici, né su quelle degli artigiani superiori e dei tecnici³⁹². Così, durante il Cinquecento gli uomini cominciarono a sostenere sempre più che la scienza non doveva tendere esclusivamente a una comprensione e a una visione d'insieme, bensì a una comprensione che apportasse potere,

³⁸⁴ A questa vastissima produzione corrisponde un rinnovato interesse per le opere matematiche e tecniche dell'antichità classica: la prima edizione di Euclide appare a Venezia nel 1482; a seguire le edizioni latine di Archimede, Apollonio e Diofanto, Pappo, Erone e Aristarco.

³⁸⁵ La prospettiva, intesa come schematizzazione, anche se suppone una visione che non è "naturale", ma risponde al postulato di un occhio astratto, traduce il risultato di un'esperienza scientifica, è l'espressione di una conoscenza pratica di uno spazio nel quale gli uomini e gli oggetti sono raggiunti successivamente - secondo tappe quantitativamente misurabili - dai procedimenti umani.

³⁸⁶ Con la trasformazione dei concetti di tempo e di spazio, si verificò un cambio d'interesse, che si spostava dal mondo celeste a quello della natura. L'artista ebbe una parte più importante, nell'imporre questa disciplina, di quanto non si sia di solito creduto. Non è un caso che, nell'enumerare i molti aspetti della natura che non possono essere studiati senza "l'aiuto e l'intervento delle matematiche", Francesco Bacone include giustamente la prospettiva, la musica, l'architettura e l'ingegneria, oltre all'astronomia e alla geografia.

³⁸⁷ Per approfondimenti, **Alpers, Svetlana** (1984), *Arte del descrivere, Scienza e pittura nel Seicento olandese*, Boringhieri, Torino.

³⁸⁸ **Rossi, Paolo** (2007), op. cit., p. 44.

³⁸⁹ Per approfondimenti, vedi qui **Configurazioni socio-storiche: la Repubblica delle Lettere**.

³⁹⁰ Per approfondimenti, **Butterfield, Herbert** (1998), op. cit.

³⁹¹ Non è un caso che, allargandosi i confini della Terra grazie ai viaggi commerciali e d'esplorazione, si giunse in astronomia ad un allargamento dell'universo se non, in taluni casi, all'affermazione di un universo infinito. Inutile dire che l'astronomia - come d'altra parte si è già visto - dette la sensazione precisa della fine di tutte le tradizionali vedute e considerazioni del cosmo.

³⁹² **Rossi, Paolo** (2007), op. cit., p. 61.

azione e progresso delle arti pratiche. Una delle principali imprese intellettuali del tempo fu la ricerca di un metodo fecondo che potesse servire a questo nuovo scopo cui la conoscenza andava tendendo.

Il risultato pratico di questo nuovo *ethos* è l'accumulazione di moltissime nuove invenzioni e scoperte; ed è lo spettacolo di questo progresso che ci spiega l'atteggiamento di Bacone e dei suoi successori che oppongono la fecondità dell'intelligenza pratica alla sterilità della speculazione teorica. Sono questi progressi, soprattutto quelli che sono stati fatti nella costruzione delle macchine, che, come si sa, servono di fondamento all'ottimismo tecnologico di Descartes; ben più: servono di fondamento alla sua concezione del mondo, alla sua dottrina del meccanicismo universale. Dirà Koyrè: "Proprio in seguito ad una conversione dall'*epistēme* alla *techné* la macchina "eotecnica"³⁹³ si è trasformata nella macchina moderna ("paleotecnica"³⁹⁴); poiché è questa conversione, in altri termini, è la tecnologia nascente che ha dato alla seconda ciò che forma il suo carattere proprio e la distingue radicalmente dalla prima, e che non è nient'altro che la "precisione"³⁹⁵. Precisione che, sul piano materiale, è il risultato dell'introduzione di strumenti scientifici come il telescopio e l'orologio³⁹⁶. Si può dire che è attraverso lo strumento di misura che l'idea dell'esattezza prende possesso di questo mondo e che il mondo della precisione arriva a sostituirsi al mondo del "pressappoco". Questi sono da considerarsi strumenti e quindi tecnologia in quanto sono vere e proprie incarnazioni della teoria; in assenza di questa, sarebbero rimasti semplici utensili. Sul piano sociale rispondono all'esigenza di una nuova configurazione narrativa che si rivela basata su interdipendenze più dinamiche ed astratte³⁹⁷.

Nell'affermazione e nello sviluppo di questa nuova configurazione ebbe decisiva importanza il nuovo regime economico che stava emergendo. Dirà Weber: "Il capitalismo occidentale specificatamente moderno è condizionato in larga misura anche dallo sviluppo di possibilità tecniche. Oggi la sua razionalità è condizionata in modo essenziale dalla calcolabilità dei fattori tecnicamente decisivi, che sono i supporti di un calcolo esatto; ma, invero, ciò equivale a dire che è condizionata specificatamente dalla natura peculiare della scienza occidentale, in particolare dalle scienze della natura matematicamente e sperimentalmente esatte e razionalmente fondate. Ora, lo sviluppo di queste scienze e della tecnica basata su di esse a sua volta ricevette e riceve impulsi decisivi dalle prospettive capitalistiche, che si connettono alla loro applicabilità economica in qualità di premi. Non che la nascita della scienza occidentale sia stata determinata da tali prospettive e risorse, questo no. Anche gli Indiani hanno calcolato, e calcolato con i numeri di posizione, praticato l'algebra - essi che sono stati gli inventori del sistema dei numeri di posizione -, la quale solo in Occidente fu usata al servizio del capitalismo in corso di sviluppo, mentre in India non diede luogo ad alcuna tecnica del bilancio, a nessuna computisteria moderna. Neanche la nascita della matematica e della meccanica fu condizionata da interessi capitalistici. Ma certamente l'applicazione tecnica di conoscenze

³⁹³ Fase produttiva fondata sull'utilizzo dell'acqua e del legno che caratterizza gli albori della tecnica moderna. Per approfondimenti, **Mumford, Lewis** (2005), op. cit.

³⁹⁴ Fase successiva basata sul carbone e sul ferro. Per approfondimenti, **Ibidem**.

³⁹⁵ **Koyrè, Alexandre** (2000), op. cit., p. 95.

³⁹⁶ Per approfondimenti, vedi qui **Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: Universo meccanico e Officine**.

³⁹⁷ Dirà Koyrè: "Se per mezzo dell'invenzione dello strumento ottico si apre la via e si stabilisce l'intercomunicazione fra i due mondi - il mondo della precisione astrale e quello del pressappoco del mondo di quaggiù -, se attraverso questo canale si opera la fusione della fisica celeste e della fisica terrestre, è per un altro verso che la nozione di precisione riesce a introdursi nella vita quotidiana, a incorporarsi nei rapporti sociali, a trasformare o almeno modificare la struttura del senso comune medesimo: intendo parlare dello strumento per misurare il tempo". **Koyrè, Alexandre** (2000), op. cit., p. 102.

scientifiche - questo fenomeno decisivo per l'ordinamento della vita delle nostre masse - fu condizionato da premi economici che, in Occidente, furono precisamente legati a tale applicazione. Ma questi premi emanavano dalla natura peculiare dell'ordine sociale dell'Occidente"³⁹⁸.

Come si sta vedendo, la produzione sociale di conoscenza scientifica in questa configurazione narrativa, è il prodotto di una ricchissima trama di variabili. Weber - nel passo appena citato - ci ricorda l'interrelazione tra tecnica, scienza e capitalismo e ci dice di come quest'interrelazione sia peculiare dell'ordine sociale occidentale. E, se per il grande sociologo tedesco, una delle spinte all'affermazione di quest'ordine fu l'etica protestante, per Merton questa stessa etica sarà fondamentale per l'affermazione dello spirito scientifico. Vediamo sinteticamente come.

L'etica protestante fu, allo stesso tempo, un'espressione diretta dei valori dominanti e una fonte indipendente di nuove motivazioni. I suoi imperativi ascetici fondarono una base ampia e sufficiente per l'indagine scientifica, esaltando, legittimando e consacrando quest'indagine.

Le mutazioni nelle strutture di classe del tempo rinforzavano i sentimenti puritani favorevoli alle scienze, poiché gran parte dei puritani proveniva dalla classe emergente della borghesia mercantile. Questi ultimi manifestavano il loro crescente potere in almeno tre modi. In primo luogo, con il loro atteggiamento positivo verso la scienza e la tecnologia, che riflettevano questo potere e promettevano di incrementarlo, mentre ne erano l'espressione. In secondo luogo, vi era la loro crescente e fervida fiducia nel progresso, una professione di fede che proveniva dalla loro aumentata importanza economica e sociale. In terzo luogo, un fatto importante è costituito dalla loro ostilità verso la struttura di classe del tempo, che limitava e ostacolava la loro partecipazione al controllo politico, un antagonismo che raggiunse il suo apice nella Rivoluzione. I sentimenti e le convinzioni puritane, che incitavano a un lavoro assiduo, continuo e razionale, furono elementi che garantirono il successo economico. Le stesse considerazioni si applicano ugualmente alla stretta connessione tra puritanesimo e scienza; da un lato, il movimento religioso si "adatta" parzialmente al crescente prestigio della scienza, dall'altro, fin dall'inizio, coinvolge sentimenti profondamente radicati che ispirano nei suoi seguaci un interesse profondo e coerente verso lo sviluppo scientifico. Le dottrine puritane erano, da questo punto di vista, estremamente razionali. L'etica protestante aveva pervaso il settore della scienza e lasciò un marchio indelebile sull'atteggiamento degli scienziati verso il proprio lavoro. Esprimendo le proprie motivazioni, anticipando le possibili obiezioni, affrontando la censura esistente, lo scienziato trovò motivazioni, sanzioni e autorità in tutto simili all'insegnamento puritano. A quei tempi, una forza dominante come la religione non era, né forse poteva essere, compartimentalizzata e limitata. Dai precetti protestanti si sviluppa una nuova concezione di "opere meritorie" radicalmente diversa da quella diffusa nel Medioevo"³⁹⁹.

Le attività mondane e queste realizzazioni scientifiche manifestano la Gloria di Dio e aumentano il benessere degli uomini. La giustapposizione dello spirituale e del materiale è caratteristica e significativa"⁴⁰⁰. Questa cultura si appoggiava sicuramente su di un

³⁹⁸ Weber, Max (2006), op. cit., p. 45.

³⁹⁹ Le limitazioni monastiche e l'orientamento verso il mondo ultraterreno (in senso molto diverso da quello dei calvinisti) erano barriere insuperabili per l'utilizzazione del concetto in funzione dell'attività terrena. Sia per il cattolicesimo medievale come per il calvinismo questo mondo era malvagio, ma, mentre per il primo la soluzione indicata consisteva nel ritiro dal mondo nella calma spirituale del monastero, sull'altro incombeva l'obbligo di vincere le tentazioni di questo mondo facendone risaltare l'importanza attraverso l'incessante e tenace operosità. Per approfondimenti, vedi qui **IV** e **V Capitolo**.

⁴⁰⁰ Il protestantesimo non accetta la giustificazione per mezzo delle opere e pone il pentimento nel cuore, nella semplice fede, e allo stesso tempo richiede una cristianità pratica e attiva, e torna pertanto a una santità

substrato di norme utilitaristiche che identificavano l'utile e il vero. Il puritanesimo stesso aveva attribuito alla scienza una triplice utilità. La filosofia naturale era, innanzitutto, un utile strumento per dimostrare, con prove empiriche, lo stato di grazia dello scienziato; in secondo luogo, consentiva di ampliare il controllo della natura; in terzo luogo glorificava Dio. La scienza era messa al servizio del singolo, della società, della divinità. Queste ragioni non costituivano solo una pretesa di legittimazione, ma offrivano importanti incentivi. In modi diversi le idee generali religiose furono tradotte nella pratica concreta. Il puritanesimo trasfuse un vigore ascetico ad attività che non avevano ancora potuto conquistarsi una propria dignità ed autonomia. In questo modo, ridefinì le relazioni tra il divino e il mondano promuovendo la scienza a una posizione di primo piano tra i valori sociali. Come tale, questo fatto si verificò a discapito immediato della letteratura e, in ultima analisi, degli stessi obiettivi religiosi. E questo perché, se il Dio del calvinismo è irrazionale, nel senso che non può essere direttamente compreso, recepito e intuito dall'intelletto colto, può tuttavia essere glorificato da uno studio meticoloso, e orientato alla chiarezza delle Sue opere. E non fu, questo, semplicemente un compromesso con la scienza. Il puritanesimo differiva dal cattolicesimo che era gradualmente giunto a tollerare la scienza, nel senso che esigeva, non semplicemente permetteva, lo sviluppo scientifico. "Glorificazione di Dio" era un concetto "elastico", le cui definizioni, cattolica e protestante, differivano così fundamentalmente da produrre conseguenze completamente opposte: così la "glorificazione di Dio" diventava, per i puritani, "la messa a frutto della scienza". La scienza doveva essere favorita e alimentata perché poteva portare al miglioramento della condizione umana sulla Terra, mediante invenzioni e scoperte tecnologiche.

La scienza sviluppa modelli di comportamento congeniali ai gusti puritani. Soprattutto essa accoglie due valori altamente apprezzati: l'utilitarismo e l'empirismo.

La Riforma aveva trasferito l'onere della salvezza individuale dalla Chiesa all'individuo, ed è proprio questo "opprimente e schiacciante senso di responsabilità per la propria salvezza" che, in parte, può spiegare sia l'esigenza, così acuta, della "giustificazione", sia la ricerca, così intensa, della propria vocazione. Se la scienza non fosse stata chiaramente una vocazione "legittima" e desiderabile, non avrebbe richiamato su di sé l'attenzione di quanti si sentono "sempre nell'occhio del Grande Signore".

L'esaltazione delle facoltà razionali nell'*ethos* puritano - in parte basata sulla concezione della razionalità come uno strumento di controllo delle passioni - inevitabilmente conduce a un atteggiamento favorevole verso quelle attività che richiedono l'applicazione costante del ragionamento rigoroso. Ma, ancora, in contrasto con il razionalismo medievale, la ragione viene considerata come ausiliare e strumentale nei confronti dell'empirismo. Ed è su questo punto, probabilmente, che il puritanesimo e il temperamento scientifico si accordano maggiormente, poiché la combinazione di razionalismo ed empirismo, così accentuata nelle forme etiche puritane, informa l'essenza dello spirito della scienza moderna. Il puritanesimo era impregnato di razionalismo neoplatonico, ampiamente recepito tramite un'opportuna modificazione degli insegnamenti di Agostino. Ma è tutto qui. Assieme alla precisa necessità di trattare e affrontare con successo le situazioni

delle opere... santifica persino le opere profane, raggiungendo così l'estremo grado di pseudo-religiosità. Il cattolicesimo accetta la giustificazione per mezzo delle opere, ma si propone tramite queste ultime solo fini di tipo secondario e così arriva all'apoteosi della vita spirituale e ultraterrena che si riassume nel pentimento interiore e nella meditazione, e che disconosce le opere profane secondo il senso comune. Pertanto, partendo da opposti punti di vista, questi due credi finiscono col giungere a punti contrari da quelli dai quali erano partiti: il protestantesimo contrario alle opere approda alla glorificazione dei compiti più terreni, lo stato, i magistrati, la famiglia, le opere manuali, la *scienza* e persino la guerra; mentre il più terreno cattolicesimo giunge al completo disprezzo di tutto ciò. **Statera, Gianni** (1978), *Sociologia della scienza*, Liguori, Napoli, nota 5, p. 49.

pratiche della vita di questo mondo - concezione che deriva dall'orientamento ampiamente presente nelle dottrine calviniste della predestinazione e della *certitudo salutis* tramite l'attività mondana che ha successo - c'è un particolare accento posto sull'empirismo. Queste due correnti, che convergevano nella logica di un sistema teologico interamente coerente, erano così collegate con gli altri atteggiamenti prevalenti del tempo da spianare la via all'accettazione di una simile unione con la scienza naturale. L'insistenza puritana sull'empirismo e sull'approccio sperimentale era intimamente connessa all'identificazione dell'atteggiamento contemplativo con la pigrizia, e dell'impiego dell'energia fisica e della manipolazione degli oggetti materiali con l'industriosità. La sperimentazione diventava così l'espressione scientifica delle tendenze puritane: pratiche, attive e metodiche. Questo non significa, naturalmente, che l'accento posto sulla sperimentazione derivasse, in ogni senso, dal puritanesimo, ma serve a render conto dell'ardente sostegno dato alla nuova scienza sperimentale da parte di quanti avessero rivolto i loro occhi verso l'altro mondo, pur tenendo i piedi fermamente piantati su questo. Una sperimentazione attiva includeva tutte le virtù principali ed escludeva tutti i vizi dannosi, rappresentando una rivolta contro l'aristotelismo che, tradizionalmente, era legato al cattolicesimo, e sostituiva la contemplazione passiva con la manipolazione attiva; la sperimentazione prometteva vantaggi pratici piuttosto che sterili fantasie e confermava in modo indubitabile la Gloria della Divina Creazione. Non c'è da meravigliarsi, allora, che la transvalutazione puritana dei valori portasse con sé una scelta precisa e coerente a favore dello sperimentalismo. È evidente che, tramite la sanzione psicologica di certi modi di pensare e di comportarsi, questo complesso di atteggiamenti rendeva la scienza empiricamente fondata, raccomandabile, anziché, come nel Medioevo, "riprovevole" o, al massimo, difficilmente accettabile.

Una delle conseguenze del puritanesimo fu il rimodellamento della struttura sociale in modo tale da attribuire il primato alla scienza. Questo deve avere influenzato l'orientamento verso le discipline scientifiche di alcuni talenti che, in altri contesti sociali, si sarebbero invece rivolti verso altri obiettivi. Diveniva quindi un obbligo devolvere energie a un compito onorevole, nella misura in cui la comodità di una vita oziosa e senza obiettivi veniva depennata dalla nuova scala di valori.

Faceva parte del sistema di valore dei puritani, il fatto che la ragione e l'esperienza incominciassero ad essere considerate come mezzi indipendenti per accertare perfino verità religiose. Una fede che non sia sottoposta alla critica e non venga "pesata razionalmente", non è fede, ma sogno, fantasia o opinione. In effetti, tutto ciò garantisce alla scienza un potere che può, alla fine, porre dei limiti a quello della religione. Assegnare senza esitazioni un'egemonia virtuale alla scienza si fonda sull'assunto esplicito dell'unità di due aspetti della conoscenza, sperimentale e teoretica, così che la testimonianza della scienza debba inevitabilmente corroborare le convinzioni religiose. Questa convinzione del carattere reciprocamente corroboratorio di ragione e rivelazione fornisce un ulteriore sostegno all'atteggiamento favorevole dei puritani verso gli studi sperimentali che, si dava per scontato, avrebbero semplicemente rafforzato i dogmi teologici fondamentali. Forse, la credenza che svolse un ruolo più direttamente efficace su questo *ethos* che approvava le scienze naturali sosteneva che lo studio della natura permetteva un apprezzamento più completo dell'Opera Divina e ci induceva così ad ammirare e lodare la Potenza, la Saggezza e la Bontà di Dio, manifestate nella creazione. Sebbene questa concezione non fosse sconosciuta a i pensatori medievali, nel XVII secolo, l'accento posto sull'empirismo condusse a un'indagine della natura innanzitutto attraverso l'esperienza. Questa differenza nell'interpretazione di una dottrina sostanzialmente identica può essere compresa solo alla luce dei differenti valori che permeavano le due culture. La contemplazione monacale era abbandonata e veniva

introdotta la sperimentazione attiva. La *Royal Society* - come d'altra parte si è già notato - fu di inestimabile importanza sia nel diffondere questo nuovo punto di vista, sia nell'applicarlo effettivamente. Le sue realizzazioni conquistarono un ulteriore prestigio in contrasto con il letargo delle università inglesi. Come è ben noto, le università erano luoghi del conservatorismo e della virtuale trascuratezza della scienza, piuttosto che le balie della nuova filosofia. Fu quindi principalmente la società colta che realizzò l'associazione e l'interazione sociale degli scienziati con tali importanti risultati. Le riviste scientifiche e la scrittura dei lavori scientifici in volgare contribuirono molto alla diffusione della scienza. Questo nuovo rapporto tra scienza e società era destinato a formare un clima d'opinione in cui la scienza assumeva una posizione di rilievo nell'opinione pubblica, molto dopo che la sua giustificazione religiosa era stata dimenticata. Ma nel XVII secolo questa giustificazione era ancora di notevole importanza, non solo perché preparava l'atmosfera sociale a un'esplicita accettazione dei contributi scientifici, ma anche perché provvedeva di uno scopo ultimo molti scienziati di questo periodo. La riscoperta della cultura antica; l'esitante, ma chiaramente definito, processo di istituzionalizzazione della scienza; l'incerta, ma persistente, intensificazione delle tendenze economiche; la rivolta contro il pensiero scolastico: tutto ciò contribuì a costituire una situazione sociale in cui vennero accettati sia le convinzioni protestanti, sia gli interessi scientifici. L'etica religiosa, considerata come forza sociale, consacrava la scienza in modo tale da farne oggetto di rispetto ed elogio esplicito. Con il protestantesimo, la religione fornì quest'interesse: cioè, di fatto, impose l'obbligo di intensa partecipazione nell'attività secolare, ponendo l'accento, inoltre, sull'esperienza e sulla ragione intese come basi per l'azione e la fede. La concezione delle buone opere che forniscono le prove della grazia, nelle sette di tipo calvinista, non deve essere confusa con la concezione cattolica delle "buone opere". Nel caso dei puritani, essa implica il concetto di un Dio trascendente e di un orientamento verso l' "altro mondo", questo è vero, ma richiede anche un dominio e un controllo su questo mondo realizzati attraverso lo studio dei suoi processi, mentre, nel caso dei cattolici, si richiedeva l'impegno, tranne per un minimo inevitabile, verso il sovrasensibile, verso un amore intuitivo di Dio⁴⁰¹. Inoltre, la convinzione dell'immutabilità delle leggi è preminente tanto nella dottrina della predestinazione quanto nell'indagine scientifica: "C'è una legge immutabile, e deve essere riconosciuta"⁴⁰². Sembrerebbe che vi sia, in una certa misura, un insieme comune di ipotesi accettate dal protestantesimo ascetico e dalla scienza: per entrambi vale infatti un'assunzione di base - non revocabile in dubbio - sulla quale si fonda l'intero sistema, costruito tramite la ragione e l'esperienza. All'interno di ogni contesto c'è razionalità, sebbene le basi siano non razionali⁴⁰³.

Se valutiamo l'enorme portata e importanza di questa tanto profonda e radicale rivoluzione si deve ammettere che, nell'insieme, essa è stata sorprendentemente rapida. Nel 1543 - cento anni prima della nascita di Newton - Copernico strappò via la Terra dalle sue fondamenta e la scagliò nel cielo. All'inizio del 1600 Keplero formulò le leggi dei moti celesti distruggendo le orbite e le sfere che tenevano imprigionato il mondo determinandone la coesione, mentre, contemporaneamente, Galileo, costruendo i primi strumenti scientifici e mostrando al genere umano cose mai viste prima di allora, rese accessibili alla ricerca scientifica i due mondi strettamente connessi dell'infinitamente grande e dell'infinitamente piccolo. Inoltre, sottoponendo il movimento a misurazione matematica, Galileo elaborò una nuova formulazione dei concetti di materia e di movimento che formarono la base della nuova scienza e cosmologia. Fu proprio

⁴⁰¹ Per approfondimenti, vedi qui **note 399 e 400**.

⁴⁰² Per approfondimenti, vedi **Whitehead, Alfred N. (1979)**, op. cit.

⁴⁰³ **Merton, Robert K. (2011)**, op. cit., pp. 53-85.

servendosi di questi concetti che Cartesio - identificando materia e spazio - nel 1637 tentò, seppure senza fortuna, di riedificare il mondo e che Newton - distinguendo nuovamente la materia dallo spazio - riuscì infine pienamente nella sua ricostruzione⁴⁰⁴.

Nel Rinascimento si passa da una cosmologia ancora dominata da rappresentazioni di carattere teocentrico a quella in cui cominciano ad affacciarsi in modo sempre più diffuso rappresentazioni di quanto c'è di più singolare nell'esistenza. La cultura di questo periodo non è basata esclusivamente sulla riscoperta dell'Antichità quindi, quanto soprattutto sulla scoperta dell'individuo. Sia nell'ambito del pensiero, come in quello scientifico, politico o nelle rappresentazioni artistiche, si comincia ad accordare un valore sempre maggiore all'individuo umano, il quale cessa di essere considerato un semplice strumento nelle mani di Dio, o un essere tra gli altri sottomesso all'ordine naturale, per divenire un essere che influenza il suo proprio modo di vivere, sia pubblico che privato, che cerca di conoscere il mondo da sé e non al fine di sottomettersi ad una qualche immagine trasmessa dalla tradizione, che rende partecipi gli altri della propria visione e comprensione del mondo e non soltanto delle cose così come sono state o saranno per l'eternità⁴⁰⁵. In questo periodo avviene la rottura tra il mondo terreno e un qualsivoglia ordine trascendente⁴⁰⁶; emerge un futuro che non ha più alcuna direzione, né senso (un futuro di tipo "aperto") e s'afferma l'idea di una natura neutrale⁴⁰⁷ e, soprattutto, manipolabile (la natura neutralizzata affettivamente, diviene completamente assoggettata alle esigenze produttive dell'uomo)⁴⁰⁸.

L'idea che in questa configurazione narrativa si afferma - strettamente legata ad una diversa percezione dell'io umano - e la problematica che essa racchiude, sono molto di più della produzione intellettuale di qualche filosofo: caratterizzano invece assai bene quel passaggio, avvertibile in quest'epoca, da un'idea di sé e del mondo fortemente imbevuta di religione ad un'idea secolarizzata. E senza dubbio questa secolarizzazione del pensiero e dell'agire umano non fu opera di un singolo o di una serie di singoli individui, bensì si ricollegò a specifici mutamenti di tutti i rapporti di vita e di potere delle società occidentali. Le riflessioni del Filosofo naturale rappresentano un passo tipico in tale direzione. In forma paradigmatica, esse indicano quali fossero i problemi peculiari che gli uomini si trovarono ad affrontare nel riflettere su se stessi e sulla certezza della loro immagine di sé, allorché lo schema fondamentale, ecclesiastico-religioso, dell'esperienza di sé e del mondo cominciò ad essere corrosivo dal dubbio ed a perdere la sua ovvietà. Non per questo tale schema, ossia la rassicurante rappresentazione che gli uomini avevano di sé in quanto parte di un universo creato da Dio scomparve; ma certamente nel pensiero umano perdettero la sua posizione centrale e dominante. Fino a che la mantenne, nei quesiti, nei pensieri e nelle percezioni umane ciò che si poteva percepire con i sensi e convalidare col pensiero e l'osservazione ebbe nel migliore dei casi un ruolo secondario. I quesiti che più stavano a cuore agli uomini riguardavano qualcosa che in sostanza non si poteva scoprire mediante osservazioni con l'aiuto dei sensi e mediante la riflessione confortata da quanto l'uso metodico degli occhi e degli orecchi poteva fruttare: alludiamo ad esempio alla destinazione delle anime, o al fine degli uomini o degli animali nell'ambito della creazione divina. A quesiti di questo tipo gli uomini potevano trovare risposta soltanto con l'aiuto di autorità riconosciute di questo o quel tipo, dalle Sacre Scritture o da uomini di

⁴⁰⁴ Koyré, Alexandre (1972), op. cit., p. 9.

⁴⁰⁵ Pecchinenda, Gianfranco (2008), op. cit., pp. 42-43.

⁴⁰⁶ Rottura - come si vedrà nel VII Capitolo - che diverrà definitiva nel XVIII secolo.

⁴⁰⁷ È un dato di fatto che in questo periodo l'identità tra realtà ed irrealtà, che si era affermata così vigorosamente nel mondo cristiano-feudale, cominciò a dissolversi. L'area della realtà naturale sensibile acquisì lentamente una sua autonomia e si divincolò dal soprannaturale e dal sacro. Il mondo e la natura assunsero una dimensione propria. Cavicchia, Scalamenti Antonio (2007), op. cit., p. 40.

⁴⁰⁸ Pecchinenda, Gianfranco (2009), op. cit., p. 128.

particolare talento - insomma sulla base di una rivelazione, diretta o indiretta. Le osservazioni individuali dunque servivano a ben poco, e la riflessione individuale serviva soltanto finché si presentava come interpretazione di questa o quella autorità rivelante. Pertanto, gli uomini vivevano anche se stessi come parte di un invisibile regno dello spirito. Potevano sentirsi inseriti in una gerarchia di esseri nella quale le piante e gli animali rappresentavano il gradino più basso e gli angeli quello più alto: al vertice stava Dio. O forse vivevano se stessi come una sorta di microcosmo, il cui procedere era strettissimamente legato a quello del macrocosmo della creazione. Qualunque ne fosse la forma particolare, allo schema fondamentale di questa immagine del mondo e dell'uomo corrispondeva il fatto che ciò che si poteva percepire con i sensi riceveva significato ed importanza da qualcosa che, in sostanza, non poteva essere scoperto né convalidato dalla riflessione o dalle osservazioni individuali. La produzione sociale di conoscenza del Filosofo naturale ha come presupposto un certo allentamento e una certa perdita di potere delle formazioni ed istituzioni sociali che erano state le principali portatrici di questa tradizione concettuale. Il suo pensiero rispecchiava una esperienza sempre più presente al suo tempo: cioè che pur senza richiamarsi ad autorità religiose o antiche, soltanto sulla base delle proprie osservazioni e attività mentali, gli uomini sono in grado di decifrare le connessioni presenti nella natura e di porle al servizio degli obiettivi umani. E questa scoperta o piuttosto, come appariva rifacendosi al lavoro preliminare e prezioso dei pensatori dell'antichità classica, questa riscoperta di sé come di esseri che senza far ricorso ad autorità ma soltanto grazie al proprio pensiero e alle proprie osservazioni potevano acquistare certezze sulle connessioni del divenire, portò in primo piano, nell'immagine che essi avevano di sé, la loro attività mentale - definita concretamente "intelletto" - e le loro facoltà percettive - i "sensi"⁴⁰⁹.

L'uomo dell'Umanesimo così come quello del Rinascimento è colui che non intende più ricevere le sue norme e le sue leggi né dalla natura delle cose né da Dio, ma che le fonda egli stesso a partire dalla sua ragione e dalla sua volontà. Questa dissoluzione dell'edificio cosmico in cui l'uomo sin dalla nascita, fino alla sua morte, occupava un posto unico e preciso è classicamente rappresentata dalla *Oratio de hominis dignitate* in cui Pico della Mirandola si attribuisce in quanto uomo - tramite la divinità - la capacità totale di auto-inventarsi. Questo spazio che si apre sufficiente al dispiegarsi dell'iniziativa e della libertà dell'uomo - seppur per una forma di auto-castrazione divina - produce delle inevitabili conseguenze psicologiche. Nel pensiero dell'epoca si veniva come insinuando un'obiettivo difficoltà nel rapporto con la divinità, e anche una preoccupazione se non addirittura una sfiducia nel suo operato, una sfiducia che era frutto di angoscia e anche, nello stesso tempo, generatore di ulteriore angoscia, e che spingeva gli uomini dell'epoca a ricercare ambiti e certezze diverse, più tranquillizzanti e, in sostanza, più prevedibili. Così quest'uomo si dotò di strumenti nuovi e s'impadronì, come un novello Prometeo di quanto finora veniva riservato esclusivamente a Dio. Questo è evidentemente una tappa di un lungo periodo storico in cui l'uomo occidentale si è trovato di fronte ad un bivio: da un lato si è via via liberato dall'opprimente tutela della sua divinità riappropriandosi orgogliosamente, e in nome della ragione, della sua autonomia e libertà; ma, dall'altro lato, si è anche privato di quella sicurezza (una sicurezza dai tratti tipicamente infantili) che per secoli si era garantito nell'affidarsi totalmente al suo immenso ed indiscutibile potere e alla sua protezione. Nella modernità si sviluppa quindi una sorta di onnipotenza di tipo narcisistico e pian piano gli uomini hanno imparato ad irrobustire quest'illusione sviluppando e servendosi della razionalità e del dominio tecnico-scientifico del mondo. Ci si illuse così di essere nella condizione di calcolare e dirigere, con la ricerca causale, il

⁴⁰⁹ Per approfondimenti, **Elias, Norbert** (1990), op. cit.

futuro. Ci si convinse allora di avere ereditato da Dio la funzione di dominatori del mondo. In un certo senso, se il Medioevo fu “il luogo di Dio”, la modernità fu “il luogo dell’uomo”, luogo in cui l’uomo rivendica i due attributi fondamentali di Dio: l’onniscienza e l’onnipotenza. Il rovescio della medaglia di queste conquiste fu un profondo senso di solitudine e l’implicazione psicologica della perdita d’appartenenza ad un cosmo finito ed ordinato⁴¹⁰. Fu proprio la rivoluzione scientifica a determinare la definitiva dissoluzione del cosmo⁴¹¹. Questa rivoluzione implica un radicale mutamento intellettuale, di cui è espressione insieme e frutto della scienza fisica moderna. Si è visto come avvenga una trasformazione integrale dell’habitus psichico umano: la *vita activa* prende il posto della *vita contemplativa*, che era stata fino ad allora considerata la forma più alta di esistenza sociale. L’uomo moderno cerca di dominare la natura, mentre l’uomo medievale o antico si forzava soprattutto di contemplarla. La tendenza meccanicistica della fisica classica è *scientia activa*, operativa, che deve rendere l’uomo “padrone e dominatore della natura”, si deve spiegare quindi, in parte, col desiderio di dominio e di azione; si deve considerare come esternarsi di questa tendenza, un’applicazione alla natura delle categorie di pensiero dell’*homo faber*. È vero, naturalmente, che la filosofia moderna, come pure l’etica e la religione⁴¹², danno molta più importanza all’azione, alla *praxis* che non il pensiero antico e medievale. Ed è tanto più vero per la scienza moderna; basti pensare alla fisica di Cartesio e ai suoi rapporti con le pulegge, corde, leve. Quest’atteggiamento descritto è però, per la precisione, molto più quello di Bacone - la cui parte nella storia della scienza non è dello stesso ordine - che non quello di Galileo o di Cartesio⁴¹³. La loro scienza è fatta di teorie che poi s’incontrano col sapere di ingegneri o artigiani. La produzione sociale di conoscenza scientifica di questa configurazione narrativa è il prodotto del lavoro comune dell’artista, dell’artigiano e del filosofo: queste tre figure si fondono per dar vita al Filosofo naturale. Questi ha ingaggiato una battaglia contro l’autorità, la tradizione, specialmente contro quella aristotelica, contro la tradizione filosofica e scientifica, sostenuta dalla Chiesa e insegnata nelle università. Ha reso centrale la funzione dell’osservazione e dell’esperienza nella costituzione della nuova scienza della natura⁴¹⁴.

⁴¹⁰ Cavicchia Scalamonti, Antonio, *Dal realismo comunitario al nominalismo individualistico. Un’introduzione alla sociologia di P. L. Landsberg*, pp. 22-29, in **Landsberg, Paul-Louis** (2002), op. cit.

⁴¹¹ Koyré descriverà l’habitus psichico della scienza moderna mediante due caratteristiche tra loro connesse: 1) la distruzione del cosmo, e di conseguenza la scomparsa nella scienza di ogni pensiero basato su quel concetto; 2) la geometrizzazione dello spazio - cioè la sostituzione dello spazio astratto e omogeneo della geometria euclidea alla concezione di uno spazio cosmico, qualitativamente differenziato e concreto, della fisica pre-galileiana. Queste due caratteristiche si possono sommare ed esprimere così: la matematizzazione (geometrizzazione) della natura e, di conseguenza, la matematizzazione (geometrizzazione) delle scienze. L’abolizione del cosmo significa la distruzione dell’idea di una struttura del mondo finita e ordinata gerarchicamente, di un mondo qualitativamente e ontologicamente differenziato, e la sostituzione del concetto di un universo aperto, indefinito e anche infinito, unito e governato dalle medesime leggi universali; un universo in cui, in contraddizione al concetto tradizionale che distingueva e opponeva i due mondi del Cielo e della Terra, tutte le cose sono allo stesso grado dell’Essere. Per approfondimenti vedi, **Koyré, Alexandre** (2000), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1973), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1973), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1976), op. cit.

⁴¹² Soprattutto l’etica protestante, come si è visto.

⁴¹³ **Koyré, Alexandre** (1973), op. cit., pp. 139-174.

⁴¹⁴ Ad esempio, negli scritti di Galileo si trovano innumerevoli richiami all’osservazione e all’esperienza, l’ironia amara contro coloro che non credono ai propri occhi perché hanno visto cose contrarie all’insegnamento delle autorità o, peggio, che non volevano guardare nel telescopio di Galileo per timore di vedere qualche cosa in contraddizione con le loro teorie e credenze tradizionali. È evidente che Galileo dall’aver costruito un telescopio, e averci guardato dentro, dall’aver accuratamente osservato la luna e i pianeti, scoperto i satelliti di Giove, fu spinto a dare un colpo violento all’astronomia e cosmologia del suo tempo. Non si deve dimenticare però che, l’osservazione e l’esperienza, in quanto esperienza del senso

La negazione della dottrina aristotelica relativa ai rapporti fra natura e arte; l'idea del sapere come costruzione; la tesi della conoscibilità, da parte dell'uomo, dei prodotti della mente e delle mani; l'assunzione del modello "macchina" per la spiegazione e per la comprensione dell'universo fisico; l'immagine di Dio come artefice, "ingegnere-orologiaio": tutti questi temi - che ebbero importanza decisiva per la costituzione di questa configurazione narrativa - sono senza dubbio connessi alla penetrazione, nel mondo del Filosofo naturale, di un nuovo modo di considerare quella "pratica" e quelle "operazioni" che erano state per molti secoli relegate ai margini della cultura, considerate indegne dell'attenzione degli studiosi e della considerazioni degli accademici. Il prodotto dell'arte - la *machina* - serve da modello per concepire e comprendere la natura. Non l'arte è essa stessa natura, ma la natura è qualcosa di simile a un prodotto dell'arte. L'immagine della macchina, dell'orologio, avrà infatti grande fortuna⁴¹⁵. La discussione amplissima sugli animali-macchine conduceva alla progressiva estensione del modello meccanico all'intero comportamento umano. L'assunzione di questo modello, l'integrale spiegazione della realtà fisica e biologica in termini di materia e di movimento comportavano una modificazione profondissima del concetto di natura. Essa non appare più contesta di forme e di essenze cui ineriscono le "qualità", ma di fenomeni quantitativamente misurabili. Tutte le qualità non traducibili in termini matematici e quantitativi vengono escluse dal mondo della fisica. Nella natura non si danno "gerarchie" e il mondo non appare più costruito *per* l'uomo o a *misura dell'uomo*: tutti i fenomeni, così come tutti i pezzi che compongono una macchina, hanno la stessa importanza⁴¹⁶. Ciò implica la scomparsa dalla visione scientifica di ogni considerazione basata sul valore, sulla perfezione, l'armonia, il significato e lo scopo, poiché questi concetti, da adesso in poi semplicemente soggettivi, non trovano posto nella nuova ontologia⁴¹⁷. Diviene più facile capire così perché la scienza classica ha sostituito ad un mondo di qualità un mondo di quantità⁴¹⁸. Conoscere la realtà vuol dire rendersi conto del modo in cui funziona la macchina del mondo, e la macchina può (almeno teoricamente) essere smontata nei suoi singoli elementi per essere poi, pezzo per pezzo, ricomposta⁴¹⁹.

comune, in senso bruto, non ebbe una funzione importante o, se l'ebbe, questa fu negativa, fu cioè di ostacolo nella costruzione della scienza moderna (La fisica di Aristotele, e anche più quella dei nominalisti parigini, di Buridano e Nicola Oresme, era molto più prossima all'esperienza del senso comune che quella di Galileo e Cartesio). Ebbe una funzione positiva importante - però solo più tardi - non l' "esperienza", ma l' "esperimento". L'esperimento è il metodico interrogare la natura, che presuppone e richiede un linguaggio in cui formulare le domande e un vocabolario che ci permetta di leggere e interpretare le risposte. Secondo Galileo, com'è noto, dobbiamo parlare alla Natura e riceverne le risposte in curve, cerchi, triangoli, in linguaggio matematico o più precisamente geometrico - non nel linguaggio comune o in quello dei simboli. **Koyré, Alexandre** (1973), op. cit., p. 83.

⁴¹⁵ Quest'immagine la troviamo presente anche in un uomo come Keplero pur tanto profondamente imbevuto dei temi del pitagorismo matematico: "Lo scopo che qui mi propongo è di affermare che la macchina dell'universo non è simile a un divino essere animato, ma è simile ad un orologio e in essa tutti i vari movimenti dipendono da una semplice forza attiva materiale, così come tutti i moti dell'orologio sono dovuti al semplice pendolo". Per approfondimenti, **Koyré, Alexandre** (1966), op. cit. Per Robert Boyle l'universo è una grande macchina semovente "*a great piece of clockwork*" e tutti i fenomeni vanno considerati nei termini "dei due grandi universali principî dei corpi: la materia e il movimento". Per approfondimenti, **Rossi, Paolo** (2007), op. cit.

⁴¹⁶ **Rossi, Paolo** (2007), op. cit., pp. 148-150.

⁴¹⁷ In altre parole, le cause finali o formali come criteri di spiegazione spariscono - o vengono respinte - dalla nuova scienza mentre subentrano al loro posto le cause efficienti e materiali. Soltanto queste ultime sono ammesse nel nuovo universo della geometria ipostatizzata ed è solo in questo mondo astratto-reale (archimedeo), dove i corpi astratti si muovono in uno spazio astratto, che le leggi dell'essere e del movimento della nuova scienza - la scienza classica - appaiono valide e vere.

⁴¹⁸ Per approfondimenti, **Koyré, Alexandre** (2000), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1973), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1976), op. cit.; **Koyré, Alexandre** (1972), op. cit.

⁴¹⁹ **Rossi, Paolo** (2007), op. cit., p. 150.

Il mondo dei fenomeni “ricostruibili” mediante l’indagine, e di quei prodotti artificiali che sono stati creati o costruiti dall’intelletto o dalle mani, è l’unico mondo del quale si possa avere scienza. La conoscenza delle cause e delle essenze è riservata a Dio, in quanto creatore e costruttore del mondo. All’immagine platonica del Dio geometra si sovrappone l’immagine, poi tanto largamente diffusa, del Dio “meccanico”, costruttore di quel perfetto orologio che è il mondo. Mondo in cui le leggi del Cielo e della Terra sono legate; in cui cade la secolare dualità oppositiva fra la perfezione del mondo sopralunare e la corruttibilità del mondo sublunare⁴²⁰. L’astronomia e la fisica divengono tra loro dipendenti, anzi unificate e unite: la scienza moderna è il risultato di questa fusione che ci permette di applicare i metodi della ricerca matematica fino ad allora usati nello studio dei fenomeni celesti, allo studio dei fenomeni del mondo sublunare. Si potrebbe dire che la materia terrestre è ormai promossa al rango di quella celeste. Così la nuova scienza nasce nei cieli, discende alla terra e risale nei cieli⁴²¹.

Così il Filosofo naturale non aveva da criticare e combattere talune teorie sbagliate e da correggerle e sostituire con altre migliori. Doveva fare qualcosa di diverso. Doveva distruggere un mondo e sostituirlo con un altro. L’habitus psichico figlio di questa configurazione narrativa, sviluppa un nuovo modo di avvicinarsi all’Essere, un nuovo concetto di conoscenza, di scienza, e inoltre sostituisce a un modo di procedere puramente naturale, quello del senso comune, uno che non lo è affatto. In questo senso il Filosofo naturale, si pone ad un livello molto diverso rispetto agli studiosi che l’hanno preceduto, un livello archimedeo⁴²². Questi spiegò l’essere reale con l’essere matematico, perché questi corpi, che si muovono in linea retta in uno spazio vuoto infinito⁴²³, non sono corpi reali che si muovono in uno spazio reale, ma corpi matematici, che si muovono in uno spazio matematico⁴²⁴.

In conclusione, questa configurazione narrativa sarà fondativa di una cosmologia che vedrà la sua massima espressione nel secolo dei Lumi e che, in qualche modo, continua ad accompagnarci anche oggi. Un’ultima riflessione - che chiude questo capitolo e c’introduce al prossimo - è dunque necessaria. Il mondo descritto dalla fisica classica non è il mondo della genesi, in cui Dio creò, successivamente, la luce, il cielo, la terra, e infine le specie viventi; mondo in cui la Provvidenza agisce continuamente e non ha mai cessato di chiamare l’uomo ad una storia in cui è in gioco la sua salvezza. Al contrario si tratta di un mondo atemporale che, se è stato creato, è stato creato necessariamente in una sola volta, nello stesso modo in cui un ingegnere crea un robot che lascia poi libero di funzionare. In questo senso bisogna dire che la fisica si è costituita e si è sviluppata anche contro la religione, non solo contro le filosofie tradizionali. Tuttavia, fu pure un dio cristiano quello che fu chiamato a garantire l’intelligibilità del mondo. Possiamo arrivare a supporre che ci fu in qualche modo una “convergenza” fra l’interesse dei teologi, per i quali il mondo doveva, con la sua totale sottomissione, testimoniare l’onnipotenza di Dio, e quello dei fisici alla ricerca di processi matematizzabili. Il mondo naturale aristotelico, distrutto dalla scienza moderna non era accettabile, né da questi teologi, né da questi fisici. Tale mondo ordinato, armonioso, gerarchico e razionale, era un mondo troppo autonomo, gli esseri che lo abitavano erano troppo potenti e attivi, la loro sottomissione al Sovrano

⁴²⁰ Per approfondimenti, vedi qui **III e V Capitolo**.

⁴²¹ **Koyré, Alexandre** (1976), op. cit., pp. 284-298.

⁴²² Il XVI secolo, almeno nella seconda metà, è il periodo in cui si assimila lo studio e si comprende gradualmente Archimede.

⁴²³ Si presume che la moderna legge dell’inerzia si presenti più facile da capire quando sia avvenuto un mutamento dell’habitus psichico, quando si considerino non già corpi reali che si muovono entro i limiti del mondo reale, ostacolati dall’atmosfera, ma corpi geometrici che si librano nel vuoto spazio euclideo.

⁴²⁴ La frase di Galileo: “Il libro della natura è scritto in caratteri geometrici”, traduce l’avvicinarsi all’Essere in modo matematico.

assoluto era sospetta e limitata. D'altra parte era troppo complesso e qualitativamente differenziato per essere matematizzato. La natura "meccanizzata" della scienza moderna, natura diretta da un piano che la domina ma che essa non conosce, e che non può dunque far altro che onorare il suo creatore, soddisfa completamente le esigenze degli uni e degli altri. Questa natura che lascia l'uomo solo, faccia a faccia con Dio, a cui è stata strappata ogni proprietà che permette all'uomo di identificare se stesso grazie alla sua partecipazione con l'antica armonia del "divenire" naturale, è essenzialmente la stessa natura che può essere descritta con un solo linguaggio. Da questo momento in poi l'uomo non fa più parte, non può, della natura che descrive; la può solo dominare dall'esterno. Qui ancora la teologia può permettere di giustificare la strana posizione dell'uomo. Secondo la scienza moderna egli è capace di decifrare - ma faticosamente, attraverso calcoli e misure - la legge fisica che governa il mondo. Così il Filosofo naturale ci spiega che l'anima umana, creata a immagine e somiglianza di Dio, è capace di raggiungere con fatica le verità intelleggibili che governano il piano della creazione. Essa può dunque progredire gradualmente verso una conoscenza del mondo che Dio, Lui, possiede intuitivamente, pienamente ed interamente. Il Filosofo naturale è riuscito a scoprire per la sua impresa una definizione culturalmente accettabile. Lo spirito umano, abitante in un corpo sottomesso alle leggi della natura, può accedere grazie al dispositivo sperimentale al punto di osservazione da cui Dio stesso sorveglia il mondo, al piano divino di cui questo mondo è espressione tangibile. Non di meno tale spirito sfugge alla sua stessa impresa, rimane fuori dai risultati della sua stessa conclusione. Lo scienziato può definire come qualità secondarie (che non appartengono alla natura, ma proiettate su di essa dallo spirito) tutto ciò che costituisce l'ordito stesso di questa natura: i suoi profumi, colori, odori; non si diminuisce certo per questo. Al contrario la sua eminente singolarità ne risulta rafforzata: più si abbassa la natura, più grande è la glorificazione di chi, come Dio e l'uomo, le sfugge. Si comprende così il senso che poté assumere la scoperta della gravitazione universale: successo apparentemente completo del progetto di far confessare in un sol colpo la verità alla natura, di scoprire il punto di osservazione da cui, con un sol sguardo dominatore si può contemplarla mentre si offre senza veli⁴²⁵.

⁴²⁵ Prigogine, Ilya; Isabelle Stengers (1999), op. cit., pp. 44-51; Per approfondimenti, vedi qui **VII Capitolo**.

Capitolo VII

La conoscenza scientifica dai Lumi alla crisi dei fondamenti: le “due culture”

VII.1 Configurazioni socio-storiche: l'Età industriale

La crescita sociale e istituzionale della scienza nel XVIII secolo risulta ancora problematica. Nel secolo dei Lumi le scienze naturali non assicuravano retribuzioni economiche; discipline come la fisica, la chimica e la biologia, non rientravano nei curricula universitari e quindi non erano finanziate dallo Stato. Soltanto la medicina e, in misura ridotta, l'astronomia e la matematica, riuscivano a garantire agli studiosi carriere lavorative riconosciute istituzionalmente, anche se, il più delle volte, mal pagate. Le altre attività scientifiche rimanevano nell'ambito del diletterismo e, praticarle, significava non poter assicurarsi da vivere tant'è, che spesso, questi studiosi svolgevano contemporaneamente altri lavori. In questo periodo, la pratica della committenza era ancora molto in voga. Così, dopo la pubblicazione dell'*Encyclopédie* e delle opere di Voltaire, sulla scia del successo degli ideali illuministi, molti scienziati e naturalisti furono ospitati a corte dai sovrani di tutta Europa. Questo fece sì che gli scienziati potessero, grazie a cospicue elargizioni, lavorare alle proprie ricerche senza il problema di dover reperire ogni volta fondi. Questo non significò che principi e re, ad eccezione di qualcuno, compresero davvero la rilevanza economica e strategica della scienza nello sviluppo delle nazioni.

È vero però che, seppur gradualmente, da un punto di vista istituzionale il Settecento segna sotto diversi aspetti una svolta decisiva nella storia del sapere europeo. In primo luogo il monopolio virtuale dell'educazione superiore di cui godevano le università venne contestato. In secondo luogo questo secolo vide la nascita dell'istituto di ricerca, del ricercatore di professione e anzi dell'idea vera e propria di “ricerca”. In terzo luogo l'*élite*, specialmente in Francia, ebbe un ruolo attivo senza precedenti nei progetti di riforma economica, politica e sociale: in altre parole nell'Illuminismo.

Le accademie, nel Settecento, adottavano un curriculum meno tradizionale di quello delle università, pensato per futuri uomini d'affari più che per gentiluomini, dando quindi spazio alla filosofia moderna, alla filosofia naturale e alla storia moderna; l'insegnamento avveniva talvolta in inglese anziché in latino. È probabile che le università continuassero a svolgere in modo efficiente la loro tradizionale funzione di insegnamento, ma non furono, in termini generali, le sedi deputate allo sviluppo di nuove idee, poiché soffrirono di quella che è stata chiamata “inerzia istituzionale”, mantenendo le loro tradizioni corporative al prezzo dell'isolamento dalle nuove tendenze⁴²⁶.

È per questi motivi che, a beneficiare delle novità introdotte in questo secolo dalle riforme degli statuti delle università volte, in diversi Stati europei, alla promozione concreta dello sviluppo delle scienze naturali non furono le grandi università come La Sorbona o l'università di Oxford, ma piccoli atenei, spesso periferici, come le università di Gottingen, di Uppsala, di Leida e di Edimburgo. Proprio la mancanza di una tradizione prestigiosa ma ingombrante, faceva di questi piccoli centri le sedi ideali per l'introduzione di importanti innovazioni, per lo più in senso utilitaristico, improntate ai principi pedagogici dell'Illuminismo. L'utilitarismo illuministico e la nascita, intorno all'*Encyclopédie* di Diderot e d'Alembert, di una rinnovata e diffusa attenzione nei confronti delle scienze e delle tecniche, erano infatti destinate ad avere ripercussioni importanti anche sull'ovattato mondo accademico. L'insegnamento della medicina fu il

⁴²⁶ **Burke, Peter** (2002), op. cit., pp. 70-71.

primo a rinnovarsi. Agli inizi del diciottesimo secolo Hermann Boerhave, probabilmente il medico più celebre d'Europa, contribuì con i suoi corsi presso l'Università di Leida a formare una nuova generazione di medici. Combinando, durante le lezioni, il tradizionale riferimento alle principali teorie e *auctoritates* mediche con un moderno senso della pratica e della sperimentazione pubblica, Boerhave iniziava i suoi allievi a una nuova visione della medicina. La verifica sperimentale della diagnosi e l'analisi chimica del rimedio divennero parte integrante della formazione medica, fino al punto da rendere subalterna l'analisi e il commento della teoria medica. L'insegnamento di Boerhave, imperniato sulla pratica sperimentale, contribuì in modo decisivo allo sviluppo di una disciplina scientifica, la chimica, che fino ad allora aveva goduto di una pessima reputazione tra gli scienziati. Si affermò a livello accademico anche la filosofia sperimentale i cui manuali facevano costante riferimento alla pratica di laboratorio. La pratica di laboratorio, a sua volta, metteva in discussione la didattica tradizionale e la validità propedeutica della sola lettura e commento delle *auctoritates* e rivendicava al tirocinio pratico un ruolo educativo altrettanto importante. Accanto all'enfasi della pratica, il ruolo del manuale subiva un significativo cambiamento. Nel curriculum universitario tradizionale, infatti, il manuale era per lo più rappresentato da sintesi, commenti e spiegazioni di testi classici. La connessione tra pratica sperimentale e didattica introdotta nell'insegnamento universitario delle scienze naturali imponeva un radicale ripensamento del manuale tradizionale⁴²⁷. La rapida evoluzione delle tecniche sperimentali e degli strumenti, infatti, ne rendevano indispensabile un aggiornamento. Fu così che la pratica sperimentale si diffuse in quasi tutti i campi d'indagine.

Molti degli scienziati settecenteschi che ricordiamo oggi, quasi unicamente per le loro sintesi teoriche, avevano invece raggiunto la fama in virtù di corsi di carattere pratico ed economico. Le università erano divenute centri di formazione di inedite professioni strettamente connesse agli ultimi sviluppi della scienza e delle sue applicazioni. Ebbero inizio così corsi di metallurgia pratica, di chimica agricola, di tecnologia applicata all'economie delle manifatture e di altre arti e mestieri. Il professore divenne così un apprezzato consigliere della politica economica governativa e, al contempo, un convinto sostenitore della rilevanza strategica dell'insegnamento delle scienze naturali nelle carriere universitarie.

Negli Stati Tedeschi, in Olanda, nell'Impero asburgico e in Svezia il curriculum scientifico guadagnò il centro dell'attenzione grazie al miglioramento e al potenziamento dalle riforme universitarie. Così, nel mondo accademico, il ruolo degli scienziati andò consolidandosi. Soprattutto in Francia, in seguito alla Rivoluzione francese, una radicale riforma della pubblica istruzione diede alla luce istituzioni votate alla formazione della nuova classe dirigente (le *Écoles normales* e l'*École Polytechnique*) nelle quali l'insegnamento delle scienze naturali aveva assunto un ruolo preminente. Durante la Rivoluzione, grazie al ruolo politico assunto dagli scienziati, s'erano create possibilità prima insperate che resero la carriera scientifica un curriculum professionale molto più tutelato e prestigioso rispetto al passato. Nella metà del XIX secolo, per chi avesse desiderato avviare una carriera nello studio delle scienze naturali, s'aggiunsero a queste *chances* istituzionali opportunità di ricerca presso i laboratori industriali. Le facoltà scientifiche, ancora per molto tempo inferiori per numero di iscritti alle facoltà umanistiche, videro accrescere il loro prestigio e, soprattutto, la loro capacità di intercettare fondi.

La Rivoluzione francese diede vita ad una nuova generazione di scienziati e militari. Il popolo francese aveva ritenuto di fondamentale importanza il ruolo avuto dalla scienza e

⁴²⁷ Beretta, Marco (2002), *Storia materiale della scienza*, Mondadori, Milano, pp. 150-151.

dalla tecnica nella vittoria della Repubblica sui Paesi che l'assedavano. Il Comitato di Salute Pubblica volle che gli scienziati ricoprissero incarichi politici e strategici centrali tanto che questi ebbero un'influenza determinante sul comando delle armate repubblicane. I clamorosi successi conquistati da quest'ultime sul campo di battaglia in virtù delle applicazioni di alcune scoperte scientifiche ebbero indubbiamente un ruolo importante nella promozione della riforma scientifica e tecnica dell'istruzione secondaria. Lo scoppio della rivoluzione e il nuovo quadro politico e militare crearono, una volta che la scienza ufficiale si rese indispensabile per il potere politico, i presupposti per un'alleanza duratura. Il dispotismo rivoluzionario aveva certamente contribuito alla creazione di nuove istituzioni scientifiche e ad una positiva considerazione della scienza, ma, di fondamentale importanza per il mutamento della funzione sociale della produzione sociale di conoscenza scientifica, fu il conseguimento di risultati pratici fino ad allora impensabili. È di questo periodo infatti la riforma del calendario, quella dei pesi e delle misure, la fondazione di cinquanta nuove riviste dedicate ad argomenti scientifici e tecnici e l'applicazione, alle arti e alle manifatture, delle innovazioni conseguite nel campo del chimica. Con questa evoluzione del ruolo della scienza, la separazione in ambito accademico tra scienza e tecnologia non aveva più motivo di perdurare.

In Francia s'innescò quindi un processo di grande rinnovamento del sistema educativo, che coinvolse soprattutto l'insegnamento delle scienze naturali⁴²⁸. Durante il dominio di Napoleone lo strapotere culturale della teologia, della giurisprudenza e della filosofia che viveva nelle istituzioni culturali prima della Rivoluzione, si ridimensionò notevolmente. Bisognava però al contempo neutralizzare le ambizioni politiche dei *philosophes* e far sì che le riforme laicizzanti della cultura nazionale dell'era repubblicana non producessero effetti destabilizzanti per il potere costituito. Per questi motivi, Napoleone decise di abolire i corsi di *Sciences morale et politiques* dall'*Institut National* dando il via libera agli scienziati i quali avevano manifestato più d'una volta lealtà verso lo Stato e garantito una attività di ricerca utile per la collettività. Questo nuovo assetto della cultura ebbe profonde ripercussioni sulla tradizionale configurazione dell'insegnamento universitario. Napoleone comprese a pieno il valore strategico delle scienze e delle loro applicazioni, e dunque capì che le scuole militari, compresa la rinomata *École Polytechnique*, non sarebbero bastate a soddisfare le accresciute pretese dell'Impero. L'università doveva offrire un curriculum più adeguato alla scienza vista la posizione che oramai la società e la politica repubblicana gli avevano assegnato. A causa delle guerre napoleoniche, alcuni Stati tedeschi ed italiani adottarono il modello francese, seppur con variazioni importanti. In ogni caso risultò evidente che per l'insegnamento delle scienze naturali diveniva fondamentale istituire l'uso sistematico dei laboratori. Questi andavano quindi creati e dotati degli strumenti e del personale competente per assistere nella sperimentazione e nella ricerca le équipes di scienziati.

In questo periodo gli scienziati più noti conquistarono i posti chiave del nuovo potere divenendo i rappresentanti di una nuova classe dirigente: il sodalizio tra potere politico e

⁴²⁸ Durante il diciottesimo secolo le cattedre di storia naturale si moltiplicarono nelle università europee e con esse l'istituzione di nuovi e sempre più vasti musei naturalistici. Proprio per la funzione centrale che l'insegnamento della storia naturale ebbe in ambito universitario, il museo divenne una parte fondamentale della didattica scientifica. Il museo naturalistico aprì le sue porte al pubblico dei cittadini, assumendo connotati che lo avvicinano al museo moderno; non più luogo esclusivo ed appartato di ricerca o di didattica, ma edificio pubblico destinato alla conservazione e divulgazione della cultura scientifica. I pezzi esposti certamente costituivano ancora oggetto di studio scientifico, ma a tale funzione se ne aggiungeva una nuova, quella di avvicinare il grande pubblico alla scienza: il museo svolgeva così un ruolo di educazione pubblica. In seguito la ricerca, anche quella dei naturalisti, si stava spostando nei laboratori, nelle università e nelle accademie, e ai musei fu delegata quasi esclusivamente una funzione didattica. **Ivi**, p. 121

scienziati⁴²⁹ prese il posto del tradizionale e fecondo connubio tra scienza e filosofia. Lo scienziato veniva visto da Napoleone come un tecnocrate che, senza sindacare il contenuto delle decisioni, avrebbe, grazie al metodo scientifico applicato all'amministrazione della politica, assicurato maggiore efficienza e ricchezza allo Stato. Fu così che l'autorità politica sostenne, in Francia come in altri Paesi europei, il metodo scientifico ritenendo l'utilizzo delle scienze esatte e della matematica neutrale ideologicamente. Di conseguenza il potere politico supportò l'espansione progressiva del ruolo delle scienze assicurando alle istituzioni scientifiche un ruolo sociale proporzionalmente più importante. La scienza andava imponendosi gradualmente come messaggera di verità obiettive e come mezzo per il perseguimento della pubblica utilità. La felice convergenza tra le superiori qualità epistemologiche della scienza con le sue inesauribili potenzialità applicative rinsaldava la posizione d'autonomia professionale e istituzionale ben definita che gli scienziati avevano gradualmente conquistato⁴³⁰.

Non dobbiamo dimenticare che in un contesto più ampio il Settecento si configura come il secolo della "rivoluzione dei consumi", una trasformazione particolarmente visibile in Inghilterra, ma che si estese ad altre parti d'Europa e perfino oltre i suoi confini. Le sottoscrizioni, per esempio, furono uno strumento usato a vari fini in questo periodo: per aderire a *club*, a spettacoli teatrali, a conferenze e così via. La "commercializzazione del tempo libero" e il "consumo di cultura" furono una parte importante di questa rivoluzione, che vide l'ascesa dei teatri, di prosa e dell'opera, e delle esposizioni d'arte, il tutto aperto a chiunque fosse pronto a pagare il prezzo di un biglietto⁴³¹. In questo nuovo clima culturale, organizzazioni meno formali come il *salon* e il caffè svolsero un ruolo nel commercio delle idee. I proprietari dei caffè spesso disponevano in bella vista giornali e riviste in modo da attirare i clienti, stimolando in tal modo la discussione sulle notizie correnti e la nascita di quella che è spesso chiamata la "pubblica opinione" o la "sfera pubblica"⁴³²; questi luoghi di ritrovo facilitarono così gli incontri fra le idee - soprattutto di carattere politico e scientifico - oltre che fra le persone.

In Inghilterra i rapporti tra scienza e tecnologia si erano consolidati soprattutto grazie all'iniziativa dell'imprenditoria privata e non, come in Francia, grazie al supporto dello Stato. Già a partire dalla seconda metà del XVIII secolo molti industriali e capitalisti avevano acquisito, in special modo nelle manifatture tessili, i brevetti di alcune significative innovazioni tecnologiche applicate in ambito meccanico. Se prima dell'introduzione di queste innovazioni le competenze dell'operaio rappresentavano il perno del sistema produttivo manifatturiero, con la diffusione delle macchine automatizzate il ruolo del lavoro salariato veniva confinato a quello della sola sorveglianza⁴³³. A causa di queste trasformazioni, l'operaio specializzato diveniva superfluo e poteva essere rimpiazzato con una manodopera più a buon mercato, costituita per lo più da donne e bambini. Questa prima rivoluzione del sistema produttivo e della divisione del lavoro tradizionale consentì non solo incredibili guadagni ma anche un deciso allargamento della sfera d'azione della scienza. Fu però con l'introduzione di

⁴²⁹ L'opera di Comte s'inscrive in questo periodo ed è impregnata di quest'*ethos*. Egli infatti accolse questo cambiamento delle gerarchie del sapere tradizionale con grande favore, tanto da affidare al pensiero scientifico il compito di realizzare una radicale trasformazione della società. Per approfondimenti, **Aron, Raymond** (1972), op. cit.

⁴³⁰ **Beretta, Marco** (2002), op. cit., p. 193.

⁴³¹ **Burke, Peter** (2002), op. cit., p. 226.

⁴³² Per approfondimenti, **Habermas, Jürgen** (2002), *Storia e critica dell'opinione pubblica*, Laterza, Roma-Bari.

⁴³³ Per approfondimenti su questo vastissimo tema una sintetica antologia può considerarsi **Parini, Giap Ercole; Pellegrino, Giuseppina** (2009) (a cura di), *S come scienza T come tecnica e riflessione sociologica*, Liguori, Napoli.

macchine motrici in grado di sostituire la forza naturale che si compì definitivamente la rivoluzione industriale. L'oggettivazione e la standardizzazione della produzione era stata resa possibile dall'applicazione sistematica delle invenzioni tecnologiche e delle scoperte scientifiche, *in primis* la macchina a vapore. Questa fu perfezionata infatti grazie alla stretta collaborazione tra uno scienziato, un tecnico e un imprenditore, diventando a questo punto il simbolo della rivoluzione industriale⁴³⁴. Potremmo dire che la causa principale dello sviluppo industriale era costituita dall'unione del capitale con la scienza. Se il primo serviva da sostegno finanziario della produzione, la seconda si erse alla direzione dell'industria⁴³⁵.

Queste trasformazioni prodottesi nella prima metà del diciannovesimo secolo devono ritenersi un fatto determinante per l'affermazione del capitalismo moderno. I mutamenti profondi avutisi nell'industria, nell'organizzazione del lavoro e nei modi di produzione, circolazione e consumo delle merci hanno modificato in modo irreversibile l'assetto della società negli Stati occidentali.

In questo scenario in cui diveniva evidente il ruolo centrale della scienza nella produzione industriale e nel generare enormi profitti divenne strategico il problema della tutela dei brevetti. A seguito dell'eccezionale sviluppo industriale della metà del XIX secolo si innescò una corsa furibonda verso il controllo e l'innovazione dei mezzi di produzione. Solo i brevetti potevano garantire questo controllo. In questo clima di competizione e di grandissima espansione economica lo scienziato non aveva molte alternative: poteva scegliere di proseguire le proprie ricerche in ambito universitario, oppure, attratto dalle straordinarie risorse che gli venivano fornite dall'industria, si vedeva limitato ad effettuare le proprie ricerche nell'interesse del capitalista di turno. In questi anni, grazie alle tutele legislative, alle risorse economiche messe a disposizione, alla crescita professionale degli inventori e all'interesse degli scienziati per la tecnica e le sue applicazioni all'industria, si diffusero sistemi tecnologici sempre più complessi. Il ferro divenne il protagonista indiscusso del progresso tecnico, facilitando la costruzione di grossi impianti industriali, reti di comunicazione, e d'infrastrutture⁴³⁶. Nella prima metà dell'Ottocento il movimento romantico s'oppose, per motivi ideologici, alla diffusione della macchine e all'industrializzazione, ma poi, in virtù dei successi della tecnica e delle sue applicazioni, l'entusiasmo positivista prese il sopravvento. Nella seconda metà del secolo nacquero così sistemi tecnologici che si diffusero in aree geografiche e produttive sempre più estese, favorendo in modo determinante lo sviluppo economico. Ciò che rese definitiva questa tendenza egemonica delle macchine fu l'applicazione industriale dell'elettricità. Il suo utilizzo si diffuse negli anni Ottanta dell'Ottocento mutando non solo le condizioni di vita della quotidianità ma anche il rapporto tra scienza e tecnologia. Infatti, la pratica

⁴³⁴ Con le sue scoperte, alcune delle quali di grande rilevanza scientifica, Watt fu uno dei primi a intuire il potenziale della connessione tra scienza, tecnologia e capitale e sarebbe impossibile comprendere il panorama economico e sociale dell'Inghilterra di fine Settecento senza tenere presente tale felice combinazione.

⁴³⁵ Fu soltanto attraverso l'esistenza di ingenti capitali, lo sviluppo del commercio e delle manifatture che la scienza e la tecnica trovarono un terreno socioeconomico favorevole alla loro crescita, ma è altrettanto vero che il modo stesso di pensare dello scienziato europeo del diciottesimo secolo, la meccanizzazione della realtà di cui si fece portavoce, la costituzione di una filosofia tendente all'astrazione e alla realizzazione dei fenomeni naturali entro leggi universali erano complementari all'*habitus* psichico dell'emergente classe mercantile e capitalista. La concezione baconiana della natura intesa come ricettacolo di risorse messe a disposizione dell'uomo al fine di migliorare le sue condizioni materiali di vita costituiva una giustificazione filosofica autorevole allo sfruttamento manifatturiero prima e industriale poi delle risorse naturali. **Beretta, Marco** (2002), op. cit., pp. 210-219.

⁴³⁶ Durante la prima Esposizione universale del 1851 di Londra è infatti il ferro, insieme a tutti i più recenti prodotti della tecnica, a dominare la scena e a caratterizzare un'era in cui la scienza e la tecnologia, alleate all'industria pesante, reclamano il primato culturale. Per approfondimenti, **Mumford, Lewis** (2005), op. cit.

scientifica, che fino ad allora era vista unicamente come ricerca della verità e delle cause dei fenomeni naturali, si sovrappose con l'attività dei tecnici e degli ingegneri. La crescente connessione della scienza ottocentesca con i sistemi tecnologici rese inverosimile, anche se prepotentemente sostenuta dagli stessi scienziati, l'immagine di un'attività puramente intellettuale. La tecnologia stava gradualmente assoggettando la scienza e, di riflesso, gli artisti e gli inventori conquistarono un ruolo di tutto rispetto nel mondo della produzione sociale di conoscenza scientifica. Questa commistione con il mondo dell'industria determinò una trasformazione della figura dello scienziato i cui prodromi s'erano intravisti già ai tempi di James Watt. L'importanza di una scoperta scientifica, infatti, si misurava dalla sua applicabilità su larga scala e dalla conseguente possibilità di trarne un sicuro guadagno. La dialettica che si innescò tra ricerca scientifica e tecnologica, da un lato, e investimenti economici e ritorno industriale, dall'altro, divennero ben presto la marca distintiva della nuova modalità di produzione sociale di conoscenza scientifica.

In seguito alla rivoluzione industriale inglese il mondo produttivo si avvaleva costantemente del contributo della tecnica e della scienza, e, di converso, la scienza necessitava dei capitali per perfezionare strumenti e laboratori utili a migliorare le condizioni dell'attività di ricerca. Questo bisogno reciproco, segnato da diffidenze - da entrambe le parti - e latenti conflitti, confluì stabilmente in uno scambio di feconda collaborazione solo nei primi decenni del ventesimo secolo.

Una delle modifiche maggiori nel campo della produzione sociale della conoscenza scientifica fu la tendenza a costruire apparecchi e strumenti sempre più grandi e costosi: evidente sin dalla fine del XVIII secolo costituì uno degli elementi principali che contribuì alla progressiva tecnologizzazione che ha accompagnato lo sviluppo della scienza fino ai giorni nostri.

Questo fenomeno va di pari passo con l'istituzione dei laboratori stabiliti su base permanente come il *Cavendish Laboratory*, fondato a Cambridge nel 1871 e affidato alla direzione del fisico Maxwell, il *Museum of Comparative Zoology* a Harvard e l'*Institut Pasteur* a Parigi. Fu infatti proprio in questi laboratori che gli strumenti scientifici si affermarono in modo decisivo e fu sempre qui che si accentuò ulteriormente la differenziazione delle discipline scientifiche oltre che delle relative comunità. Non bisogna inoltre dimenticare che l'accuratezza delle misurazioni fisiche dipendeva dalla sensibilità e dalla precisione degli strumenti utilizzati nei laboratori e che qualsiasi progresso nella teoria era condizionato dalla possibilità di innovare o perfezionare le macchine e le tecniche sperimentali esistenti. Anche se ai non esperti veniva trasmessa un'immagine dello scienziato come di un individuo che in tutta solitudine rimugina sulla struttura dell'universo, la realtà delle cose si presentava in modo molto differente. Le incredibili scoperte sulla struttura della materia, che si moltiplicarono dopo il 1900, stimolarono gli scienziati a inventare strumenti di rilevazione sempre più precisi, a lavorare in laboratori sempre più grandi e a procurarsi grosse quantità di fondi, provenienti da fondazioni, università e industrie.

Sempre più, quindi, gli apparecchi e le macchine complesse che si costruirono nel diciannovesimo secolo furono dotati di strumenti di misura e di controllo. Gli stessi strumenti di misura divennero a loro volta "sistemi di misura". D'altra parte la crescente esigenza di ricavare dalle osservazioni valori accurati e standardizzati favorì la ricerca di apparecchi che riducessero al minimo la dipendenza dello sperimentatore dai sensi e dalle osservazioni dirette. La meccanizzazione dell'osservazione scientifica comportava per lo strumento un radicale cambiamento del suo ruolo originario. A partire dalla prima metà del diciannovesimo secolo lo strumento scientifico veniva assorbito dalla tecnologia e questo processo giunse al suo culmine con lo sviluppo della fisica nucleare nei primi

decenni del secolo successivo: in particolare, con la costruzione, per fare un esempio notissimo, dei primi acceleratori di particelle. La costruzione di questi veri e propri sistemi di sperimentazione, o reti di strumenti, cambiò radicalmente il modo di fare ricerca, non solo perché tali apparati richiedevano finanziamenti enormi e il coinvolgimento di un vasto personale scientifico per farli funzionare ma, soprattutto, per la preponderanza che la dimensione materiale della ricerca scientifica aveva oramai acquisito. S'iniziava l'era della *Big science*, com'è stata chiamata l'epoca dei ciclotroni e degli acceleratori⁴³⁷. In realtà lo strumento in quanto tale, cioè il singolo manufatto costruito per esplorare una determinata classe di fenomeni, era stato sostituito da sistemi tecnologici sempre più complessi che, sussumendo alcune funzioni espletate dagli strumenti scientifici del passato, subordinavano progressivamente la ricerca scientifica alla tecnologia. Lo strumento scientifico che agli inizi del Seicento aveva favorito l'affermarsi della rivoluzione scientifica, dell'innovazione teorica e un cambiamento radicale del modo di rapportarsi dell'uomo alla natura, nel Novecento si è trasformato in un sistema di macchine, o sistema tecnologico, la cui potenza ha quasi interamente assorbito l'attività degli scienziati. Senza laboratori, senza le condizioni materiali garantite da sistemi di strumenti sempre più complessi, senza una standardizzazione dei dati quantitativi sempre più rigida non era e non è più concepibile immaginare di fare scienza. Malgrado la sopravvivenza di alcuni settori interamente speculativi, la scienza contemporanea dipende in larga misura dalla capacità d'innovare le possibilità tecnologiche degli strumenti di ricerca⁴³⁸.

Nella seconda metà dell'Ottocento, nelle università europee e statunitensi, s'assiste ad una parcellizzazione della scienza in una quantità di discipline sempre più complessa e diversificata⁴³⁹.

I nuovi criteri di reclutamento adottati dalle università avevano infatti promosso la professionalizzazione della figura dello scienziato estromettendo le due figure tipiche della cultura scientifica del Settecento: l'erudito e il dilettante. La carriera dello scienziato che oramai aveva conquistato il riconoscimento istituzionale, contemplava un'intensa attività di ricerca e di pubblicazioni originali. La specializzazione diveniva così un dovere professionale e, anche se molti scienziati coltivavano molteplici interessi, la carriera universitaria doveva attenersi ad un percorso lineare, connesso con un orientamento specialistico. La costante propensione all'approfondimento di discipline sempre più circoscritte provocò l'alienazione della produzione sociale di conoscenza scientifica dalla cultura e dalla società. Il pubblico ottocentesco e, soprattutto quello novecentesco, poteva venire a conoscenza dei risultati delle scienze e esclusivamente attraverso la divulgazione, le esposizioni e i musei ed anche i filosofi, che fin dal Rinascimento avevano in quest'ambito un terreno di riflessione e di ispirazione, non riuscirono più a seguire i progressi delle scienze. Si tentò, attraverso la divulgazione scientifica, genere che nel Settecento ebbe un enorme successo, di informare l'opinione pubblica sulle nuove conquiste della scienza, ma questa era divenuta molto più complessa e perciò poco adatta ad una sintesi divulgativa. Spesso, nel Settecento, le opere scientifiche ricordavano, per certi versi, quelle divulgative⁴⁴⁰. Nell'Ottocento quest'impresa era diventata molto più difficile e la mediazione della divulgazione fece sì che la scienza non incidesse più nella

⁴³⁷ Per approfondimenti, **Bucchi, Massimiano** (2002), op. cit.

⁴³⁸ **Beretta, Marco** (2002), op. cit., pp. 45-46.

⁴³⁹ Anche i periodici specializzati, grazie ai quali gli scienziati riuscivano a intercettare un pubblico di lettori attento e preparato, potevano divenire il mezzo attraverso cui promuovere l'istituzionalizzazione di un nuovo ambito disciplinare.

⁴⁴⁰ Si pensi alle opere di Voltaire, Fontenelle, Algarotti, Condorcet, Nollet. Grazie a queste, nel Settecento si riuscì spesso a soddisfare sia il pubblico degli esperti che quello dei "profani".

cultura del tempo con la stessa efficacia del secolo precedente. Le scienze naturali divennero sempre più un ambito conoscitivo ristretto ad un numero circoscritto di adepti, sia per la specializzazione crescente delle ricerche, sia perché la tendenza ideologica a considerare il metodo scientifico quale parametro di universale oggettività allontanava chi non accettava di identificare la cultura con la scienza. Già nella seconda metà del diciannovesimo secolo le competenze tecniche necessarie per comprendere a pieno un trattato di fisica o di chimica presupponevano un'educazione tecnico-scientifica molto avanzata e, proprio per questo, lo iato tra le ricerche specialistiche e il grande pubblico si faceva sempre più ampio. La specializzazione delle scienze, tuttavia, non fu soltanto l'effetto della fondazione delle accademie, prima, e delle nuove università ottocentesche, poi. A stimolare questo processo concorsero - come si è visto - anche nuove esigenze economiche⁴⁴¹.

Alla fine del XIX secolo, tutte le facoltà scientifiche garantivano un sistema di organizzazione della ricerca e della didattica in cui la formazione sperimentale occupava un ruolo centrale. Soprattutto il modello universitario tedesco, che supportava la professionalizzazione dello scienziato e la specializzazione della ricerca scientifica, venne importato in modo quasi subitaneo da altri paesi europei.

La Germania si assicurò il predominio nell'ambito delle scienze naturali soltanto fino all'inizio del Novecento. Gli enormi progressi conseguiti dalle scienze sperimentali postularono un nuovo modello di istituzionalizzazione della ricerca, esemplarmente incarnato, per i motivi che si vedranno, dal modello statunitense.

Negli Stati Uniti si verificò un processo di tecnologizzazione dell'industria incredibilmente rapido. I protagonisti di questo non furono però gli scienziati, ma una categoria di professionisti che in America aveva ancora ampi margini di affermazione: gli inventori⁴⁴². Se in Europa questi erano stati quasi totalmente sostituiti dagli ingegneri e dagli scienziati accademici, negli Stati Uniti, invece, non dovevano preoccuparsi della concorrenza dell'università che li perseguiva altre finalità. L'invenzione, alleandosi con il sistema della produzione e con le tecniche di marketing, si trasformò in un prodotto industriale di massa. Gli investimenti nella ricerca, soprattutto di carattere privato, dovevano concretizzarsi in risultati realizzabili e prevedibili. La prevedibilità, però, era una qualità che l'inventore non poteva garantire. Per risolvere questo problema, gli industriali americani, verso la fine dell'Ottocento, crearono dei veri e propri laboratori di ricerca. In questa trasformazione ebbe un ruolo importante la riforma del sistema universitario: lo scienziato appariva, agli occhi dell'industriale, come un sostituto affidabile dell'inventore geniale. La scienza infatti annoverava tra le proprie caratteristiche la capacità di previsione e la creazione di standard oggettivi di verifica e di controllo sperimentale, elementi centrali per chi aveva la necessità di velocizzare i tempi senza incorrere in imprevisti. Lo scienziato pretendeva, come contropartita, di poter contare su laboratori ben forniti, di lavorare in modo libero e di poter continuare a pubblicare sulle riviste accademiche i risultati delle scoperte. Lo scienziato divenne così non solo un consulente industriale, ma addirittura uno dei protagonisti del sistema di produzione⁴⁴³. Verso la fine dell'Ottocento, numerose università statunitensi adottarono il sistema tedesco, istituendo cattedre di ricerca, cliniche universitarie e laboratori. L'interesse conferito all'originalità nella ricerca, l'esplicita sollecitazione alla competizione tra docenti, risultarono essere condizioni per le quali la carriera in ambito scientifico divenne,

⁴⁴¹ Ivi, pp. 173-174.

⁴⁴² Edison incarna precisamente questa categoria d'individui.

⁴⁴³ Va però precisato che, nella maggior parte dei casi, gli scienziati ebbero un rapporto difficile con i laboratori di ricerca industriale e, a parte rari casi, tendevano ad operare nelle industrie per periodi limitati, scegliendo quasi sempre, laddove si presentasse la possibilità, la carriera accademica.

per gli studenti, l'espressione più avanzata dei nuovi ideali culturali. In ogni caso il modello tedesco e l'emergente modello americano erano profondamente differenti. Il modello tedesco era disciplinato da criteri di reclutamento e di valutazione scientifica omogenei decisi, a parte pochissimi casi, dalla legislazione statale. Le università tedesche, infatti, pur avvalendosi di una grande autonomia, erano amministrate, anche se indirettamente, dallo Stato e quindi non intrattenevano un rapporto diretto con il mondo dell'industria seppure la politica adottata dal governo nella promozione di una moderna legislazione sui brevetti favorì lo sviluppo delle ricerca industriale. Anche se ciò fu determinante per il successo dell'industria chimica tedesca i rapporti delle industrie con gli scienziati accademici rimasero conflittuali. In Europa gli scienziati si conformavano ancora all'ideale del ricercatore puro e disinteressato, occupato a perseguire unicamente la ricerca della verità. L'università tedesca permise agli scienziati di avere una carriera professionale prestigiosa e ben retribuita. Questo però circoscrisse lo scienziato nella rarefatta atmosfera accademica, vietandogli di creare commistioni tra l'elevata missione dell'educazione e della scienza e gli affari materiali delle professioni e dell'industria. Nel sistema tedesco, la cattedra aveva un ruolo centrale e tutto il sistema della ricerca era legato all'abilità del professore nell'organizzarla e svilupparla⁴⁴⁴. Anche quando fu evidente che l'attività scientifica dipendeva dalla collaborazione di un'équipe di scienziati e dalla capacità di costruire network di cooperazione, la rilevanza del singolo professore e della cattedra rappresentarono, ancora per molti decenni, una delle tipicità del sistema universitario europeo.

Le università degli Stati Uniti, invece, quando ebbero a che fare con stanziamenti per la ricerca si dimostrarono molto più pragmatici, anche se, al contempo, anche lì l'ideale dello scienziato non è mai tramontato del tutto. Così, insieme ai fondi del governo federale, le politiche universitarie poterono contare anche sui finanziamenti provenienti dalle industrie con cui si stabilì una fruttuosa collaborazione. Ma, ciò che caratterizzò l'università americana, fu l'abbandono della centralità della cattedra. La ricerca scientifica americana orbitò intorno ai finanziamenti, all'organizzazione, all'allestimento e infine alla realizzazione dei progetti. Grazie alla fondazione di istituti di ricerca, laboratori, ospedali, le politiche universitarie americane compresero con eccellente tempismo le trasformazioni che gli scienziati stessi avevano introdotto alla fine dell'Ottocento nell'attività scientifica e vi adattarono prontamente le proprie istituzioni. Le capacità di procurare risorse per l'attuazione di progetti di ricerca risultò per gli scienziati decisivo quanto le abilità individuali e creative. Negli Stati Uniti della prima metà del Novecento la connessione tra la ricerca scientifica e l'intercettazione di fondi sempre più cospicui produsse una figura professionale, quella dello scienziato, dotata di evidenti capacità manageriali, amministrative e organizzative. I successi conquistati nei laboratori di fisica, il *Progetto Manhattan* per la costruzione della bomba atomica, la corsa alla conquista dello spazio furono possibili grazie a consorzi di istituzioni, piuttosto che grazie alla creatività di singoli scienziati. Il modello statunitense raggiunse, grazie alle riforme istituzionali pensate per favorire l'incontro fra ricerca accademica e le esigenze di sviluppo dell'industria, risultati scientifici di straordinaria portata soprattutto in ambito applicativo e, di conseguenza, enormi profitti economici.

La flessibilità del sistema universitario americano ha consentito agli Stati Uniti di primeggiare a livello mondiale nella produzione di invenzioni e di scoperte scientifiche, e di divenire il modello da imitare per molti Paesi europei. A testimonianza degli straordinari successi raggiunti nelle scienze pure ed applicate v'è il numero di premi Nobel conferiti negli ultimi cinquant'anni agli scienziati che hanno svolto attività di

⁴⁴⁴ Per approfondimenti, **Weber, Max** (2004), op. cit.

ricerca presso i laboratori delle università americane. Ciononostante, il modello americano, seppur vincente sotto diversi aspetti, non è esente da contraddizioni. La connessione tra università e industria legata alle esigenze economiche della ricerca scientifica s'è dimostrata intellettualmente vincolante e, seppure il fine immediato della ricerca non è il profitto, l'affanno nel raccogliere fondi e nel presentare risultati a breve e medio termine ha reso lo scienziato una figura professionale ibrida, metà ricercatore e metà manager introducendo seri elementi di conflittualità nella comunità scientifica stessa. Paradossalmente, lo scienziato nel Novecento viene sottoposto a pressioni proprio dall'università che, almeno in teoria, avrebbe dovuto assicurargli le condizioni materiali ottimali per le attività di ricerca.

Durante i primi anni del Novecento, le politiche istituzionali per la scienza si fecero più decise. Tra il 1914 e il 1940, vennero fondati il *Centre National de la Recherche Scientifique* in Francia, il *Consiglio Nazionale delle Ricerche* in Italia e altre analoghe agenzie governative col fine di sostenere la ricerca scientifica. La fondazione di queste istituzioni rappresentò un atto politico notevole che conferiva alla scienza una funzione specifica non riconducibile ad altre discipline. Con questi provvedimenti, i governi confermarono una volta di più la funzione di tutto rilievo della scienza. Nel contempo, la posizione d'eccellenza che la ricerca scientifica aveva conseguito, provocò qualche inquietudine nel mondo politico. Appariva difficile frenare le pretese di riconoscimento istituzionale ed economico che provenivano dalla ricerca e alcuni politici sollevarono la questione relativa al senso da attribuire alla pretesa neutralità della scienza. Sull'onda di queste riflessioni non tardarono a crearsi schieramenti che s'opponessero alla scienza. Durante la prima e, soprattutto, durante la seconda guerra mondiale, il sistema scientifico-tecnologico della ricerca divenne così decisivo da mettere in crisi l'estensione dello stesso potere politico⁴⁴⁵.

Negli anni che dividono la fine della Prima dall'inizio della Seconda guerra, i principali governi europei arruolarono nei settori strategico-militari un numero enorme di scienziati accademici. La cooperazione tra potere politico, militari e scienziati divenne via via più stretta e, in misura maggiore per gli scienziati, naturale. Quando scoppiò la Seconda Guerra mondiale, quindi, la comunità scientifica si fece trovare pronta: numerosi laboratori si occupavano da tempo di risolvere questioni direttamente o indirettamente legate alle strategie militari. È per questi motivi che la Prima Guerra mondiale risultò il primo conflitto in cui l'utilizzo delle innovazioni scientifiche e tecnologiche sul campo di battaglia si rivelò spesso decisivo. Talvolta, la guerra diventò perfino un laboratorio di verifica delle acquisizioni scientifiche più avanzate.

Proprio in questi anni, la crescita dei costi della scienza, dovuti - come si è già notato - in larga misura alla sua dipendenza dalla tecnologia, determinò una vera e propria rivoluzione, trasformando la scienza tradizionale in quella che è stata chiamata *Big Science*, cioè un'attività che passa per i grandi laboratori. Il passaggio dalla scienza "pura" alla *Big Science* ad alto contenuto tecnologico si consumò definitivamente nei primi anni '40 del ventesimo secolo, quando le autorità americane, dando vita al progetto *Manhattan District* per la costruzione della prima bomba atomica, reclutarono quasi 250000 uomini, di cui oltre 30000 erano scienziati e ingegneri. Militari, politici, burocrati, ingegneri e scienziati si trovarono a collaborare nel più grande sforzo scientifico-tecnologico della storia. La dipendenza della scienza dalla tecnica e la loro congiunta integrazione con l'industria diventò un fatto acquisito e irreversibile. Se si pensa alle maggiori scoperte scientifiche coronate dal riconoscimento del premio Nobel, dal secondo dopoguerra in poi, salta agli occhi il predominio della dimensione tecnologica sulla ricerca scientifica. Non è

⁴⁴⁵ Per approfondimenti, **Bucchi, Massimiano** (2006), *Scegliere il mondo che vogliamo*, Il Mulino, Bologna.

più l'originalità della conoscenza pura a determinare la selezione dei programmi di ricerca degni di essere sostenuti, ma la possibilità di trasformare in modo radicale il mondo materiale⁴⁴⁶.

⁴⁴⁶ **Beretta, Marco** (2002), op. cit., pp. 216-217.

VII.2 Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: Ragione e Relatività

L'opera di Cartesio e la sintesi newtoniana sostituirono alla fisica qualitativa di Aristotele un'immagine meccanicistica del cosmo. Il meccanicismo divenne una concezione del mondo secondo la quale l'universo fisico è visto come una grande macchina, la quale, in virtù della sua stessa costruzione, esegue l'opera per la quale è stata creata. Così - come si è visto⁴⁴⁷ - i successi della fisica cartesiana, i risultati sensazionali ottenuti da Galileo in astronomia e l'enorme impatto esercitato dalla sintesi di Newton, comportarono una ristrutturazione radicale del sapere naturalistico: la fisica e la matematica diventavano le discipline guida del sapere scientifico europeo. La visione meccanicistica, dunque, anche se poco adattabile alle scienze della vita e alla chimica, s'impose come modello di riferimento. Anche aiutata da un rapidissimo sviluppo tecnologico e da un altrettanto rapido progresso dell'industria, la concezione meccanicistica s'impose, tra Sette e Ottocento, quale filosofia dominante divenendo norma di scientificità e sinonimo di Ragione. Quali che fossero le private convinzioni degli scienziati del periodo, la natura divenne un insieme inorganico di enti regolati da leggi meccaniche suscettibili di essere tradotte dalla pratica sperimentale per esser poste al servizio dell'uomo. Le spettacolari scoperte scientifiche e le loro applicazioni - si pensi solo allo sfruttamento della forza a vapore da parte di James Watt - indussero presto a identificare lo sviluppo scientifico e tecnologico con il progresso sociale e culturale. La stessa idea di progresso⁴⁴⁸ era stata in fondo introdotta nella metà del Settecento da scienziati e filosofi proprio sull'onda degli straordinari avanzamenti che le scienze naturali avevano compiuto in poco più di due secoli⁴⁴⁹.

Lo sfolgorante successo della fisica di Newton rese praticamente inevitabile che le sue particolari caratteristiche venissero considerate essenziali per l'edificazione della scienza - di ogni tipo di scienza - e che tutte le nuove scienze che apparvero nel secolo XVII - scienze dell'uomo e della società - tentassero di conformarsi allo schema newtoniano di un sapere empirico-deduttivo e di adattarsi alle regole stabilite da Newton. Il risultato di questa infatuazione per la logica di Newton, il risultato cioè di un tentativo di acritica applicazione dei metodi newtoniani (o piuttosto pseudo-newtoniani) a campi del tutto diversi da quelli della loro originaria applicazione, non fu affatto felice⁴⁵⁰. Va ricordato che, nel Settecento, la filosofia cartesiana dominò gran parte dell'Europa continentale, e l'influenza di Newton, praticamente, era confinata all'Inghilterra. Solo dopo una lunga battaglia contro la filosofia cartesiana, la fisica di Newton, conquistò in Europa una totale approvazione. Il cartesianesimo era diffuso al punto che nel XVIII secolo esso divenne, in gran parte dell'Europa, l'unica sintesi teorica nella cui cornice intellettuale uno studente universitario potesse analizzare i fenomeni naturali. In Francia la scienza ufficiale si rifece alla dottrina di Cartesio fino alla prima metà del XVIII secolo tant'è che Voltaire incorse in parecchi problemi per riuscire ad introdurre la filosofia naturale di Newton nel suo Paese natale.

Per comprendere gli sviluppi che portarono dalla rivoluzione scientifica al movimento dei *philosophes* rivolgiamo l'attenzione ad un uomo che può essere considerato l'anello di congiunzione di questi due periodi diversi: lo scrittore francese Fontenelle. La sua figura è per noi di particolare interesse perché egli visse dal 1657 al 1757 e fu testimone di questa grande transizione. La sua opera è significativa in quanto egli, da un lato, fu il primo dei *philosophes* francesi, mentre dall'altro inventò e si servì di una sua tecnica di

⁴⁴⁷ Per approfondimenti, vedi qui **VI Capitolo**.

⁴⁴⁸ Per approfondimenti, **Bury, John** (1979), op. cit.

⁴⁴⁹ **Beretta, Marco** (2002), op. cit., pp. 20-21.

⁴⁵⁰ Per approfondimenti, **Koyré, Alexandre** (1972), op. cit.

volgarizzazione. Egli fu segretario dell'*Académie des sciences* dal 1699 al 1741 e fu il fondatore, attraverso le brevi biografie di scienziati di cui era l'autore, di quella che può essere definita l'età eroica⁴⁵¹ della scienza. Dalla prefazione alla storia da lui scritta, appunto, dell'*Académie Royale des Sciences*, pubblicata nel 1709, emerge prepotente la nuova visione del mondo: "Lo spirito geometrico non è così strettamente collegato con la geometria da non potersi trasferire ad altri campi della conoscenza. Un libro di morale, di politica o di critica, o forse perfino di eloquenza, sarebbe più elegante, a parità del resto, se uscisse dalla mano di uno studioso di geometria"⁴⁵². Nel 1686 Fontenelle pubblicò il suo famoso dialogo intitolato *La pluralità dei mondi*, la prima opera francese che espose alla massa dei lettori in modo chiaro, intelligente e piacevole, le scoperte della scienza. In un certo senso egli era il tipico esemplare di tutto il movimento dei *philosophes* francesi del diciottesimo secolo, che egli contribuì a far sorgere. I risultati della rivoluzione scientifica furono precipitosamente e sommariamente tradotti in una nuova concezione del mondo, e quest'opera fu compiuta non tanto dagli scienziati quanto dagli uomini di lettere. Egli espose nella sua opera un quadro generale della concezione dei cieli del periodo pre-newtoniano. Egli creò e portò al limite estremo uno stile piacevole, discorsivo pieno del cosiddetto *esprit*, di tecniche espositive così ingegnose e argute che finirono a volte col diventare tediose. Egli non si limitò a divulgare le scoperte scientifiche del diciassettesimo secolo; è importante notare che in questa fase cruciale interviene il letterato che esercita una seconda funzione: quella di tradurre le conquiste della scienza in una nuova visione della vita e dell'universo. Non dimentichiamo che molti scienziati del diciassettesimo secolo furono protestanti e cattolici fedeli e proprio in questo periodo sia Robert Boyle sia Isaac Newton manifestarono un particolare fervore nella loro fede di cristiani; anche Cartesio aveva creduto che la sua opera avrebbe servito la causa della religione. Fu quasi un'esigenza di carattere mistico e una preoccupazione di carattere religioso a indurre un uomo come Keplero a spiegare l'universo sulla base di principî meccanici per dimostrare la perfezione di Dio; per dimostrare che Egli non aveva lasciato la realtà neppure alla mercè del Suo stesso arbitrio. Fontenelle era piacevole, scettico ed evasivo, con un po' di pessimismo e di cinismo nei riguardi della natura umana. Egli aveva sostenuto i suoi principî scettici prima di venire in alcun modo in contatto con il movimento scientifico; li aveva appresi da Lucrezio e da scrittori più moderni come Machiavelli e Montaigne. Uno scetticismo che aveva in realtà origini letterarie contribuì a far assumere ai risultati del movimento scientifico una tendenza che era difficile riscontrare negli stessi scienziati, e che Cartesio, ad esempio, avrebbe ripudiato. Questa tendenza fu poi incoraggiata dall'atteggiamento intransigentemente negativo della Chiesa cattolica romana in Francia, la quale contribuì a rendere più salda l'impressione che la Chiesa fosse nemica del progresso scientifico e, in pratica, di qualsiasi innovazione. A questo proposito è importante notare che il grande movimento del diciottesimo secolo fu un movimento letterario; non furono le scoperte scientifiche di quel periodo, ma piuttosto il movimento dei *philosophes* francesi ad avere un'influenza determinante in questa fase. Le scoperte scientifiche del diciassettesimo secolo furono tradotte in una nuova concezione e in una

⁴⁵¹ È il periodo in cui si scrive di un argomento per la prima volta, quando si creano miti, si contano i propri trofei e si esulta per la sconfitta del nemico. Basti pensare ai racconti delle conversioni dei cristiani ai primi tempi del loro movimento religioso; l'uno dopo l'altro, essi avevano visto la luce e mutato l'intero corso della loro vita. Il fenomeno diventa generale tra coloro che rappresentano la nuova generazione, felici di emanciparsi dall'onere delle abitudini e dei pregiudizi della vecchia generazione. Tutto è ancora nel periodo eroico: la concezione scientifica giunge come una nuova rivelazione e i suoi apostoli annoverano conquiste su conquiste. Un fattore particolare di questa transizione fu la geometria, soprattutto l'influenza di Cartesio, che a quel tempo era molto forte.

⁴⁵² In questo senso non vanno dimenticati neanche i tentativi dell'applicazione del metodo geometrico a questioni eterogenee: si pensi a Spinoza e a Locke su tutti.

nuova visione del mondo, non dagli stessi scienziati, ma dagli eredi e dai successori di Fontenelle⁴⁵³. Così, nella grande transizione del diciassettesimo secolo, non si ha uno sviluppo completamente organico del pensiero umano; vi è in parecchi punti, per così dire, uno iato nella trasmissione, e queste strane interruzioni di connessione, queste discontinuità, mettono in luce l'intera struttura della nostra storia in generale. Vi è una frattura tra le generazioni: le reazioni dei giovani alle idee e al sistema educativo dei loro padri. C'è in Galileo - e la cosa toccò il suo apice in Fontenelle e nei suoi successori - l'aspirazione a un nuovo arbitro del pensiero umano, a un più ampio numero di lettori, che si opponessero alla cultura del tempo, alla Chiesa non meno che alle università. Si riscontra un'ulteriore discontinuità negli uomini di lettere che, a volte in modo sbrigativo, adempirono al compito di tradurre i risultati della scienza in una nuova concezione generale, una nuova visione del mondo. Infine vi è la maggiore delle discontinuità: l'importanza assunta da una nuova classe. Dopo una lunga lotta, i re francesi erano riusciti a realizzare nel modo più completo il compito che doveva svolgere l'istituzione della monarchia in Europa, a riunire, cioè, le unità provinciali in unità nazionali, a ridurre il potere dei tiranni locali, e a imporre sul provincialismo dei popoli sottosviluppati la più ampia idea dello Stato⁴⁵⁴. La vecchia nobiltà aveva perduto mordente e le nuove classi stavano assurgendo alle posizioni più influenti e alla guida intellettuale. A quel tempo la struttura più intima della società era in tangibile mutamento⁴⁵⁵. Questo periodo fu "l'età dell'oro della borghesia" in Francia. È importante per la storia della cultura in generale il fatto che ci sia stata in Francia una borghesia la quale conosceva lo svago e la comodità, cercava i piaceri della vita di società e desiderava favorire l'arte e la cultura. La borghesia era la classe meno condizionata dall'autorità e dalla tradizione, e Fontenelle, così come gli altri scrittori posteriori del movimento dei *philosophes*, adottò la tecnica di rendere le opere della cultura divertenti e facili, contrariamente alle precedenti forme di discussione accademiche o scolastiche. Mentre per "Ragione" un tempo s'intendeva qualche cosa che aveva bisogno di essere disciplinata da una lunga e intensa preparazione, l'intimo significato della parola cominciò a cambiare - ora ogni uomo poteva affermare di possederla, soprattutto se la sua mente era incontaminata dall'educazione e dalla tradizione. Il passaggio alla moderna visione del mondo, e il sorgere del movimento dei *philosophes*, non derivano dalla rivoluzione scientifica secondo quella che potremmo chiamare un'evoluzione normale, per un diretto e logico sviluppo di pure e semplici idee. Molti aspetti della nostra tradizione intellettuale andarono senza dubbio perduti a quel tempo e forse per una strana discontinuità culturale. Il dominio intellettuale cioè che la Francia aveva raggiunto come risultato della sua eccellenza in un genere di letteratura di cui essa si servì nel diciottesimo secolo per divulgare un tipo di civiltà del tutto diverso⁴⁵⁶. Fu di fondamentale importanza nel diciottesimo secolo - a parte il già considerato Fontenelle - il rivoluzionario progetto di riforma illuminista che Diderot e d'Alembert diffusero attraverso la pubblicazione dell'*Encyclopédie, ou dictionnaire des sciences, des arts et des métiers* (1751-1765); progetto incentrato sulla rivalutazione delle arti e dei mestieri. Diderot e d'Alembert erano seguaci di Bacone, cui attribuivano il primato della

⁴⁵³ Non si deve dimenticare, a questo proposito, l'influenza del metodo scientifico sul pensiero politico dell'epoca. Il primo e naturale risultato dell'applicazione alla politica del metodo scientifico consistette nell'insistente affermazione secondo cui la politica si doveva basare sul metodo induttivo, sull'informazione e sul raccoglimento di dati concreti e sulla statistica. Il capo dello Stato - cominciò a dirsi - deve studiare e amministrare il suo Paese così come farebbe uno studioso di geografia o uno scienziato.

⁴⁵⁴ Per approfondimenti, **Elias, Norbert** (2010), op. cit.

⁴⁵⁵ Colbert era figlio di un negoziante di stoffe. Durante il regno di Luigi XIV, Corneille, Racine, Molière, Boileau, La Bruyère, Pascal e tutte le altre figure più significative - comprese quelle nel campo della scienza -, provenivano dalla borghesia.

⁴⁵⁶ **Butterfield, Herbert** (1998), op. cit., pp. 188-200.

riforma del sapere naturalistico e tecnico; i due *philosophes* volevano imporre una nuova gerarchia del sapere in cui la pratica, l'esperienza, le arti e le tecniche avessero un ruolo privilegiato. La pubblicazione, fortemente voluta da Diderot, di migliaia di tavole incise con precise illustrazioni di utensili, di macchine, strumenti, laboratori delle manifatture, costituiva un suggestivo mezzo di rappresentazione della tecnica e della sua centralità nel progresso di una qualunque civiltà. Non c'era praticamente tavola che non rammentasse ai lettori della borghesia illuminata europea come la vita quotidiana e la prosperità economica di un qualsiasi cittadino dipendesse in larga misura da invenzioni e scoperte riconducibile all'uso sistematico dei saperi pratici e tecnici. Diderot elaborò una concezione della tecnica che prevedeva, tra le altre cose, una nuova classificazione delle scienze naturali, direttamente ispirata allo sperimentalismo utilitaristico di Bacone. L'enfasi con cui l'*Encyclopédie* sottolineava l'importanza delle tecniche rifletteva lo sviluppo economico e manifatturiero che la Francia conosceva ormai da mezzo secolo. La costituzione di nuovi capitali e la loro mobilità, l'ingrandimento delle manifatture e la crescente dipendenza dei processi produttivi della meccanizzazione del lavoro, il progressivo abbandono del legno mostravano come il benessere della società fosse in stretta relazione con lo sviluppo tecnologico e la ricerca di nuove e sempre più estese applicazioni delle scoperte scientifiche⁴⁵⁷. Quando gli enciclopedisti si rivolgevano agli artigiani di Francia, interrogavano tecnici e operai e cercavano poi di definire con esattezza i termini, i metodi, i procedimenti propri delle varie arti per inserirli in un *corpus* organico e sistematico di conoscenze, o progettavano una storia delle arti, o polemizzavano infine in favore di un lavoro continuamente illuminato dalla conoscenza dei principî teorici che ne sono alla base e in favore di una ricerca teorica capace di dar luogo ad applicazioni pratiche e di riconvertirsi in opere, essi si ponevano, consapevolmente, quindi, come gli eredi e i continuatori del programma tracciato da Bacone⁴⁵⁸.

La costruzione di molti strumenti e macchine introdotti alla fine del diciottesimo secolo fu il risultato di questa nuova collaborazione tra tecnici e scienziati, nonché uno dei primi passi verso la creazione di una scienza dipendente dalla tecnologia⁴⁵⁹. Sebbene il dialogo tra artisti e scienziati fosse segnato da reciproche diffidenze e incomprensioni, infatti, la chimica settecentesca aveva creato uno spazio d'incontro per le competenze professionali degli uni e degli altri.

Anche se i confini tra alchimia e chimica rimasero spesso confusi, a partire dal Settecento la chimica divenne una scienza accademica istituzionalizzata, ben rappresentata sia nelle principali università, sia nelle accademie scientifiche. Fu il laboratorio che, per la prima volta, permise di realizzare le condizioni materiali per la replica artificiale e controllata dei fenomeni naturali. Durante la seconda metà del Settecento furono introdotte infatti, nel laboratorio, alcune significative innovazioni che, progressivamente, differenziarono la prassi sperimentale chimica da quella che fu propria degli alchimisti nel secolo precedente. Le attrezzature, inoltre, si fecero via via più complesse, con l'introduzione dei nuovi strumenti scientifici per la combustione e la calcinazione dei metalli⁴⁶⁰. Alla fine del Settecento, la rivoluzione teorica di Lavoisier darà straordinario impulso alla ricerca

⁴⁵⁷ Beretta, Marco (2002), op. cit., pp. 205-206.

⁴⁵⁸ Nella voce *Art* dell'*Enciclopedia*, Diderot rilevava i cattivi effetti conseguenti alla tradizionale distinzione delle arti in liberali e meccaniche: questa distinzione ha rafforzato il pregiudizio che "il volgersi agli oggetti sensibili e materiali" costituisca "una deroga alla dignità dello spirito umano". Rossi, Paolo (2007), op. cit., pp. 142-143.

⁴⁵⁹ Si noti, a titolo di esempio, il caso di Lavoisier. Questi fu uno degli animatori e, nel 1793 il presidente, del *Bureau de consultation des art set métiers*, un'istituzione creata nel 1791 al fine di valorizzare al meglio i contributi che potevano venire da un'organizzazione delle arti e dei mestieri.

⁴⁶⁰ Per approfondimenti, Di Meo, Antonio (1981), *Il chimico e l'alchimista*, Editori Riuniti, Roma.

sperimentale e all'affermarsi istituzionale della chimica in quasi tutta Europa. Questo fondamentale cambiamento concettuale che poneva una particolare attenzione alla pratica sperimentale quindi alla strumentazione e al laboratorio, comporterà anche un rinnovamento della pratica svolta al suo interno. La prassi di registrare con la massima attenzione e meticolosità l'andamento degli esperimenti e gli esiti parziali dei risultati ottenuti costituisce una delle principali acquisizioni della vita di laboratorio. Questo si è trasformato nello spazio ideale per ospitare e ottimizzare gli strumenti. Il loro uso sistematico ha rafforzato negli scienziati la convinzione che la natura sia dominata da leggi meccaniche e perciò riconducibile a modelli riproducibili, attraverso la sperimentazione, appunto nello spazio laboratoriale. Un esperimento, che altro non vuole essere se non una riproduzione controllata dei fenomeni naturali, riesce quando lo scienziato è convinto di poter ricondurre il risultato ad una certezza inequivocabile e, a pari condizioni di partenza, riproducibile ovunque. Questa certezza è acquisita nel momento in cui i dati ottenuti vengono tradotti in un linguaggio formale, la matematica, a cui viene affidato un valore dimostrativo universale. Solo la combinazione tra l'uso di strumenti di alta precisione e la mediazione del linguaggio matematico offre sufficienti garanzie di riuscita della ricerca. L'importanza della terminologia tecnica e specializzata attraverso la quale si sintetizzano le scoperte fanno del laboratorio un luogo ove la comunicazione è centrale; non solo quella informale tra i membri del laboratorio, ma anche e soprattutto quella con il mondo esterno. Nel laboratorio, nella fase che precede la pubblicazione di una scoperta, si studia a fondo il modo migliore di ordinare la sequenza dei dati raccolti e registrati nei protocolli per trarre da un ammasso informe il materiale per un articolo. Il passaggio dal protocollo all'articolo e all'enunciazione della scoperta rappresenta un aspetto cruciale della comunicazione scientifica. La fiducia nell'oggettività e coerenza della pratica sperimentale e quella riposta negli strumenti di laboratorio, fanno sì che i criteri di ordinamento formale e scelta dei dati grezzi, che eventualmente presentino contraddizioni, siano talvolta celati dagli scienziati. Il protocollo, una volta ultimato, costituiva dunque per lo scienziato un canovaccio del quale elaborava una sintesi che, risolte tutte le contraddizioni e gli errori apparenti, poteva essere presentata al pubblico come una scoperta coerente. I membri di un laboratorio rendevano irriconoscibile il caotico magma d'informazioni contenuto nei protocolli e, dopo faticosissime e laboriose sedute di lettura delle fasi principali dell'esperimento, il risultato, cioè la sintesi da presentare al pubblico, veniva finalmente raggiunto. L'eventuale scoperta, dunque, si nascondeva più nelle pieghe e contraddizioni dei protocolli che nell'osservazione diretta e immediata dell'andamento dell'esperimento⁴⁶¹. La produzione dell'articolo, nel quale si annuncia una scoperta o un'invenzione, infatti, è il frutto di un complesso processo di mediazioni che sottolinea la natura collegiale della ricerca scientifica⁴⁶². In sostanza, il laboratorio costituisce la sintesi di tutte le condizioni materiali dell'attività scientifica ed è divenuto il santuario dove lo scienziato ha il potere di riprodurre artificialmente le condizioni ottimali per studiare i fenomeni naturali⁴⁶³. È per questo che, nell'Ottocento, il laboratorio - così com'era stato realizzato da Lavoisier - diventò per molte scienze, su tutte la fisica e la chimica, lo spazio privilegiato della ricerca. La pratica di laboratorio non possedeva più quell'aura di mistero che caratterizzava gli esperimenti dell'alchimista rinascimentale ma, cionondimeno, la comunicazione scientifica ne riportava un'immagine idealizzata molto lontana dalla realtà delle cose. Nel Novecento la propensione nel rendere il laboratorio il luogo centrale della

⁴⁶¹ Per approfondimenti, **Latour, Bruno** (2009), op. cit.

⁴⁶² **Beretta, Marco** (2002), op. cit., pp. 286-311.

⁴⁶³ Nell'importante istituzione del laboratorio si instaurava una nuova atmosfera che univa i caratteri della cella, dello studio, della biblioteca e dell'officina.

ricerca sperimentale aumentò ulteriormente. Tra il 1920 e il 1930, le ricerche sulla struttura della fisica nucleare si tenevano in laboratori sempre più grandi e sempre meglio attrezzati⁴⁶⁴.

Nel diciannovesimo secolo si fa evidente un fatto di grande importanza che va ben oltre i confini spaziali del laboratorio: il metodo scientifico, le cui conquiste finora avevano riguardato soprattutto le matematiche, ha fatto propri altri campi dell'esperienza; sull'onda dei grandi successi ottenuti nelle "aree base" d'indagine, anche l'organismo vivente e la società umana divennero oggetti d'investigazione sistematica. Si applicavano a tutte le fasi dell'umana esperienza e ad ogni manifestazione della vita quei concetti della scienza che prima erano stati associati soprattutto al cosmico, all'inorganico, al meccanico. L'analisi della materia e del movimento, che aveva contribuito a semplificare i compiti originari della scienza, non esauriva più l'ambito degli interessi scientifici; ora si cercava un ordine sottostante ed una logica delle cose idonea ad abbracciare manifestazioni più complesse⁴⁶⁵.

All'inizio del XIX secolo, proprio nel momento del trionfo della scienza classica, quando il programma newtoniano dominava la scienza francese (e quest'ultima dominava l'Europa), si profilò il primo segno di pericolo per questa stessa costruzione. Si sviluppò infatti in questo periodo una scienza che fu acerrima rivale della scienza newtoniana della gravitazione: la scienza del calore, che ebbe inizio con il quanto di sfida lanciato nel momento in cui Fourier formulava la legge che regge la propagazione del calore. Ciò fu, in effetti, la prima descrizione quantitativa di qualcosa che la dinamica non poteva concepire, un processo irreversibile. I due discendenti della scienza del calore, la scienza delle conversioni dell'energia e la scienza delle macchine termiche, fecero nascere la prima scienza "non classica": la termodinamica. Il contributo più originale della termodinamica è il famoso secondo principio, che introduce nella fisica la freccia del tempo. Il XIX secolo fu veramente il secolo dell'evoluzione: gli studi di biologia, geologia, sociologia, enfatizzavano i processi del divenire, i processi di crescente complessità. Così fu introdotto il concetto di entropia, una grandezza che può crescere soltanto in seguito a processi irreversibili⁴⁶⁶.

La scienza del fuoco divenne parte della scienza sperimentale nel corso del XVIII secolo. Ciò partì da una trasformazione concettuale che costrinse la scienza a riconsiderare quello che aveva in un primo tempo rifiutato in nome della visione meccanicistica del mondo, in particolare l'irreversibilità e la complessità. Il fuoco potrà mettere in moto macchine di nuovo genere, le macchine termiche, che fanno al tempo stesso nascere la società industriale. La scienza della complessità vede la luce nel 1811 per merito di Joseph Fourier. E in quell'anno infatti che nasce la termodinamica⁴⁶⁷: una teoria fisica, dotata dello stesso rigore matematico che hanno le leggi del moto e completamente estranea al mondo newtoniano. La fisica matematica e la scienza newtoniana non sono ormai più sinonimi.

⁴⁶⁴ Per approfondimenti sull'importante fenomeno della crescente tecnologizzazione della produzione sociale di conoscenza scientifica, vedi qui **Configurazioni socio-storiche: l'Età industriale**.

⁴⁶⁵ Per approfondimenti, **Cohen, Bernard** (1993), *Scienze della natura e scienze sociali*, Laterza, Roma-Bari.

⁴⁶⁶ **Prigogine, Ilya; Isabelle Stengers** (1999), op. cit., p. 14.

⁴⁶⁷ La termodinamica è la scienza che studia le correlazioni fra le variazioni della pressione, del volume, della composizione chimica, della temperatura e della quantità di calore che avvengono in sistemi materiali. Se si confronta l'oggetto di studio della termodinamica con quello della dinamica, si vede che siamo di fronte a qualcosa di nuovo. Le trasformazioni fisiche sono studiate da un punto di vista diverso. Non si tratta più di studiare un'evoluzione, di prevederla calcolando gli effetti dell'interazione fra gli elementi del sistema. Si tratta invece di agire sul sistema, di prevedere quali relazioni avrà ad una modificazione imposta. Di conseguenza, il motore termico non è un dispositivo passivo, egli produce, strettamente parlando, movimento.

All'alba del XIX secolo si produsse un fenomeno sperimentale senza precedenti che permise la formulazione d'un equivalente generale per le trasformazioni fisico-chimiche che unificò campi sperimentali fino ad allora separati vale a dire: il concetto di "energia"⁴⁶⁸. Da qui la formulazione del principio di conservazione dell'energia che acquistò un'importanza estrema agli occhi dei fisici del XIX secolo. Per molti di essi l'intera natura viene unificata da questo principio e non soltanto i differenti campi sperimentali⁴⁶⁹. Questo principio era l'incarnazione e il coronamento, nel campo della fisica, dell'esigenza a priori su cui si basa ogni scienza: la natura deve essere intellegibile; pertanto bisogna postulare che essa abbia un'invarianza fondamentale, soggiacente alle trasformazioni naturali. Il principio di conservazione dell'energia ebbe un'importanza enorme non solo per quanto riguarda le teorie scientifiche ma anche nei confronti dell'immagine della scienza. Si impose l'idea di una nuova età dell'oro della fisica, di un perfezionamento e di una generalizzazione definitivi del tipo di ragionamento che aveva fatto il successo della meccanica. La scienza dell'energia riprende le differenti teorie fisiche e le ingloba come altrettanti casi particolari nel quadro di una concezione che è la verità finale della fisica. Anche la risonanza culturale fu immensa: portò a concepire l'uomo come macchina energetica; la società come macchina; la natura stessa fu concepita come "energia", vale a dire potenza creatrice e produttrice di differenze qualitative. In questo senso, però, s'afferma un'idea di natura che è creatrice e distruttrice allo stesso tempo: piuttosto che il dispositivo sperimentale, in cui la natura produttrice è padroneggiata, sottomessa ad un'equivalenza prestabilita, bisogna, per comprenderla, evocare la fornace ruggente delle macchine a vapore, il ribollire delle trasformazioni in un reattore chimico, la vita e la morte degli individui e delle specie, altrettanti esperimenti in cui si dispiega la potenza della natura che è, appunto, creatrice e distruttrice. Si ode il rumore delle macchine in questa nuova visione del mondo; non degli apparecchi di laboratorio, ma delle macchine industriali che, in meno di un secolo, avevano prodotto effetti incommensurabili con quelli delle macchine semplici, le ispiratrici della scienza classica, mosse soltanto dall'acqua, dal vento e dal lavoro animale od umano. Il rovescio della medaglia fu che il problema scientifico che si pose, non afferiva più a livelli ideali: ciò che veniva consumato dalle macchine a vapore spariva senza ritorno. Nessuna macchina termica avrebbe restituito al mondo il carbone che questa divorava. Per la meccanica classica il simbolo della natura era stato l'orologio; per l'età industriale la natura è simboleggiata da una riserva di energia, sempre minacciata dall'esaurimento. Il

⁴⁶⁸ La nascita e l'affermazione di questo concetto dev'essere, secondo Mead e in accordo con quanto andiamo affermando, ricondotto alla fase socio-economica che l'Europa attraversava in questo periodo: "Come il valore della moneta con la quale si acquista il carbone può essere presentato anche nella potenza del vapore e nell'efficacia della macchina messa in moto dal vapore, e come questo valore che è il comune denominatore di tutti questi stadi differenti nel processo economico è espresso in termini del prodotto, così l'energia che appare in tutti questi diversi stadi del processo fisico è presentata nei termini del lavoro svolto, il suo prodotto, e diventa il comune denominatore di tutti questi mutamenti fisici". **Chiappesi, Marco** (2009), *Mead legge Darwin*, Erreci, Potenza, p. 23. Non solo per la sua utilità ma anche per questa forte consonanza metaforica tra campi d'esperienza differenti e per una precisa esigenza psicologica di credulità dell'esistenza dell'energia in natura (in quanto entità), deriverebbe l'immediato successo di questo nuovo concetto.

⁴⁶⁹ Joule dirà: "In effetti i fenomeni naturali, siano essi meccanici, chimici, o vitali, consistono, quasi interamente, di una continua conversione dell'attrazione attraverso lo spazio della forza viva [energia cinetica] e del calore l'une nell'altre. Così è mantenuto l'ordine dell'universo - non ci sono perturbazioni, niente si perde, ma l'intero macchinario, per quanto complicato sia, funziona senza ostacoli ed armoniosamente. E sebbene, come nella terrificante visione di Ezechiele "la ruota possa ben essere in mezzo alla ruota", e ogni cosa possa apparire complicata ed intricata, nel confondersi e nell'annodarsi di una varietà quasi infinita di cause, effetti, conversioni i e aggiustamenti, tuttavia si conserva sempre più la perfetta regolarità - perché il tutto è governato dalla sovrana volontà di Dio. **Prigogine, Ilya; Stengers, Isabelle** (1999), op. cit., pp. 116-117.

mondo brucia come una fornace; l'energia, pur conservandosi, si dissipa. Questo ciclo reale diventa così il punto d'incontro dei due "universali" scoperti dal XIX secolo: la conversione dell'energia e la propagazione del calore. E poiché, in questo contesto, la propagazione irreversibile del calore diventa sinonimo di perdita di rendimento, diverrà sinonimo della degradazione universale dell'energia meccanica. Si assiste dunque ad un salto vertiginoso dalla tecnologia dei motori alla cosmologia. Il mondo di Laplace⁴⁷⁰ era un mondo eterno e conservativo, immagine della semplice macchina ideale. La nuova cosmologia non è modellata solo sull'immagine della macchina termica ideale: essa incarna anche le conseguenze della propagazione irreversibile del calore in un mondo in cui l'energia si conserva; e dunque questo mondo sarà descritto come una macchina in cui la conversione del calore in movimento non può avvenire se non al prezzo di uno spreco irreversibile, di un'inutile dissipazione di quantità di calore. Le differenze produttrici di effetti diminuiscono progressivamente nella natura; il mondo, passando da una conversione all'altra, esaurisce le sue differenze e si dirige verso lo stato di equilibrio termico in cui non c'è più nessuna differenza che possa produrre effetti.

Fu a questo punto che s'introdusse il concetto di entropia. Contrariamente al caso delle trasformazioni meccaniche in cui gli ideali di reversibilità e di conservazione coincidono, una trasformazione fisico-chimica può conservare l'energia pur non potendo essere reversibile. Le perdite, lo scarto tra l'ideale reversibile e la trasformazione reale che non lo è mai del tutto, sono la sola cosa che può ricordare al fisico che la maggior parte delle evoluzioni naturali sono intrinsecamente irreversibili. La crescita dell'entropia corrisponde all'evoluzione spontanea del sistema. L'entropia diventa così un indicatore d'evoluzione, esprime il fatto che in fisica esiste una "freccia del tempo". Il futuro di ogni sistema isolato è la direzione in cui aumenta l'entropia. Si vede così come al contrario dell'oggetto dinamico, l'oggetto termodinamico può essere controllato solo parzialmente. Esso può occasionalmente sfuggire al controllo, evolvendosi spontaneamente⁴⁷¹.

Un altro concetto fondamentale introdotto nell'Ottocento - l'altro fu, come si è visto, l'energia, - strettamente collegato alla nuova percezione del tempo fu il concetto di "evoluzione": geologi e biologi cercavano di elaborare modelli teorici che attraversano vaste estensioni di tempo, così la storia dell'uomo veniva sempre più ad apparire come una parentesi di brevità infinitesimale.

Di capitale importanza fu, in tal senso, la pubblicazione nel 1859 dell'opera di Charles Darwin *L'origine della specie*. Com'è noto, in quest'opera il naturalista inglese aveva stabilito che l'evoluzione della specie animali era conseguenza di un processo di selezione naturale. La sopravvivenza di alcune specie a discapito dell'estinzione di altre era dovuta, secondo Darwin, a variazioni biologiche che consentivano ad alcune specie di rispondere meglio alle condizioni ambientali e di adattarsi con maggiore facilità. La sopravvivenza del più adatto non era altro che la capacità di una specie di produrre variazioni biologiche in grado di rendere più facile la sopravvivenza e la riproduzione. Il manifestarsi di queste variazioni però non avveniva secondo leggi precise, ma in modo casuale. La novità di questa teoria stava soprattutto nel fatto che la selezione era del tutto accidentale e traeva origine da fattori genetici o altro che fino a un certo momento dell'evoluzione erano irrilevanti e, in seguito a un cambiamento di condizioni ambientali, diventavano essenziali e discriminanti. Erano dunque i fattori ambientali a determinare la selezione naturale e quindi l'evoluzione della specie. Un dato che Darwin aveva osservato e che era destinato a cambiare radicalmente il punto di vista tradizionale sull'origine del mondo era che

⁴⁷⁰ Laplace fu uno dei massimi esponenti e continuatori della dinamica newtoniana. Questi immaginò un demone capace di osservare, in un dato istante, la posizione e la velocità di ogni massa dell'universo, e di dedurne l'evoluzione universale, sia verso il passato, sia verso il futuro.

⁴⁷¹ Ivi, pp. 109-129.

l'evoluzione aveva provocato l'estinzione di milioni di specie animali. Quindi, se si fosse accettata l'opinione corrente secondo cui la storia della Terra era l'effetto di un disegno divino e provvidenziale, bisognava riconoscere che tra gli effetti macroscopici di tale disegno c'era anche l'estinzione di milioni di specie animali e vegetali. L'opera di Darwin ebbe un impatto senza precedenti nella storia della scienza e si può dire che fu la prima opera scientifica non divulgativa a scatenare un dibattito che coinvolse non solo gli scienziati e i teologi, ma anche le persone appena acculturate. Gli attacchi a cui fu soggetta l'opera di Darwin furono estremamente violenti e anche se il naturalista inglese aveva sempre manifestato un sentimento religioso, sia pur non ortodosso, non fu possibile impedire che la teoria dell'evoluzione fosse interpretata come tendenzialmente convergente all'ateismo. La natura era ormai governata dal caso, le specie si evolvevano attraverso una guerra per la sopravvivenza che comportava l'estinzione di milioni di esseri, l'uomo era, come tutte le altre forme viventi, solo l'ultimo anello di un'evoluzione che lo faceva discendere dai primati e, prima ancora, dai pesci. Le leggi che governavano il cosmo non erano più dettate dai testi sacri ma da quelli scientifici⁴⁷².

Non fu certamente un caso che, anche nella neonata sociologia, gli studi incarnino, inizialmente, un *ethos* basato sull'idea di progresso, sulla centralità del tempo e sulla necessità della fusione fra scienza e potere. Secondo Comte, (le cui opere appariranno nel periodo subito precedente a *L'origine della specie* di Darwin⁴⁷³) una nuova forma di potere temporale si esprimeva attraverso i progressi dell'industria, la cui maggiore qualità era quella di aver imbrigliato la natura al fine di modificarla; ci avrebbe pensato poi la produzione industriale a declinarla a vantaggio dell'uomo. Tuttavia alla guida di questo nuovo ordine dovevano essere posti studiosi dotati di competenze teoriche capaci di promuovere il progresso: secondo Comte, questa missione non poteva essere "affidata a empirici" e, sia l'amministrazione dello stato, sia la produzione industriale, doveva prevedere scienziati nel ruolo di legislatori. Gli scienziati, investiti di questo ruolo, dovevano "elevare la politica al rango delle scienze di osservazione" e, dunque, guidare la società al suo stato più alto: quello "scientifico o positivo".

Tra la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento nuove idee sulla natura dello spazio misero in discussione - in tutti i campi del sapere - l'idea diffusa che esso fosse omogeneo, e fornivano argomenti in favore della sua eterogeneità. Biologi esplorarono le percezioni spaziali di animali differenti, e sociologi le organizzazioni spaziali di culture differenti; artisti smantellarono l'uniforme spazio prospettico che aveva dominato la pittura dall'epoca del Rinascimento, e ricostruirono gli oggetti come visti da diverse prospettive; romanzieri fecero uso di prospettive molteplici, con la versatilità del nuovo cinema: Nietzsche e José Ortega y Gasset svilupparono una filosofia del "prospettivismo", che implicava l'esistenza di tanti spazi differenti quanti sono i punti di vista. La sfida più seria allo spazio convenzionale venne dalla stessa scienza fisica, con lo sviluppo di geometrie non euclidee⁴⁷⁴.

⁴⁷² Beretta, Marco (2002), op. cit., pp. 102-105.

⁴⁷³ Non è un mistero, tra l'altro, che l'ispirazione per la sua ipotesi venne a Darwin dopo la lettura della discussione fatta da un economista della legge di crescita delle popolazioni umane: Thomas Malthus.

⁴⁷⁴ La geometria è la branca della matematica più direttamente interessata alla natura dello spazio e alle proprietà di punti, linee, piani e degli oggetti in esso. Senza prove sicure Euclide formulò assiomi e postulati che sembravano auto-evidenti, e da cui derivavano altri teoremi per la logica deduttiva. La sua geometria era a due e tre dimensioni, e per oltre due millenni fu considerata l'unica geometria autentica dello spazio effettivo: Kant sostenne che le sue proposizioni erano necessariamente vere e riguardanti il mondo, e perciò erano giudizi sintetici a priori. All'inizio del secolo diciannovesimo, essa si trovava al centro della fisica classica e dell'epistemologia kantiana; ma, nel corso di questo secolo - come si vedrà -, altre geometrie misero in discussione l'idea che quella di Euclide fosse l'unica valida. Kern, Stephen (2007), *Il tempo e lo spazio*, il Mulino, Bologna. pp. 167-168.

In questo senso, le scoperte di Faraday e Maxwell costituirono delle importanti fratture del paradigma scientifico, tanto che Einstein definì il loro lavoro “la più grande modifica delle basi assiomatiche della fisica e della nostra concezione della struttura della realtà”. L’universo elettromagnetico pose le basi per la definitiva decostruzione del materialismo atomico: la dissoluzione dell’etere, l’emergere dello spazio-tempo einsteiniano, e infine l’arrivo della meccanica quantistica e delle sue colossali peculiarità. In termini cosmologici, la scoperta di Faraday dell’induzione elettromagnetica mutò la materia in spirito, una arguta alchimia che ridisegnò l’universo fisico e permise l’affermazione di nuove rivoluzionarie teorie.

Infatti, seppure, la sfida di Einstein a Newton fu suggerita dai risultati di un esperimento reso possibile da una nuova macchina - l’interferometro - in larga misura la relatività fu una revisione di problemi teorici in cui la fisica si era dibattuta per anni. Secondo le teorie di Einstein, tutte le coordinate temporali sono relative a un sistema specifico di riferimento. In un trattato del 1883, Ernst Mach sollevò alcune questioni relative alla fisica classica che anticiparono una delle più grandi rivoluzioni scientifiche di sempre. Mach respinse le opinioni di Newton sul moto assoluto e rigettò il suo tempo assoluto come un’ “inutile concezione metafisica”. Questo colpo alla meccanica classica scatenò una serie di modificazioni, che alla fine culminarono nell’audace smantellamento di esse da parte di Einstein. Il colpo successivo al tempo assoluto venne da un esperimento concepito per mostrare l’esistenza di un etere luminoso, attraverso il quale la luce veniva propagata il cui risultato portò a diverse ipotesi circa un rallentamento del tempo in base al suo moto attraverso l’etere. Einstein avrebbe dimostrato che la dilatazione del tempo era soltanto un effetto prospettico, creato dal moto relativo tra un osservatore e la cosa osservata. Non c’era alcun cambiamento inerente alla realtà di un oggetto, ma soltanto una conseguenza dell’atto di misurazione. Una tale interpretazione eliminava il tempo assoluto, perché il tempo esisteva soltanto quando veniva effettuata una misurazione, e tali misurazioni variavano secondo il moto relativo dei due oggetti implicati⁴⁷⁵. Con la teoria della relatività ristretta del 1905, Einstein calcolò come in un sistema di riferimento, che si allontana ad una velocità costante, il tempo sembra rallentare quando è osservato da un altro sistema in stato di quiete rispetto ad esso, e nella teoria della relatività generale del 1916, estesa la teoria a quello del cambiamento del tempo dei corpi accelerati. Dato che ogni pezzo di materia nell’universo genera una forza gravitazionale e dato che la gravità è equivalente all’accelerazione, egli concluse che “ogni sistema di riferimento ha il suo proprio tempo”. In una successiva esposizione divulgativa della sua teoria, alla vecchia meccanica, che usava un solo orologio, oppose la sua teoria che richiede di immaginare di disporre “di tanti orologi quanti vogliamo”. In senso figurato, la teoria generale della relatività ebbe l’effetto di collocare un orologio in ogni campo gravitazionale nell’universo, ognuno in moto ad un ritmo determinato sia dall’intensità del campo gravitazionale in quel punto che dal moto relativo dell’oggetto osservato⁴⁷⁶.

Einstein riassunse il mutamento della visione del mondo: appariva ora più naturale pensare alla realtà fisica come a un’esistenza quadri-dimensionale anziché, all’evoluzione

⁴⁷⁵ Newton credeva che nessun accadimento nel mondo materiale potesse influire sul flusso del tempo, ma Einstein dimostrò che il moto relativo tra un osservatore ed un oggetto fa sì che il trascorrere del tempo dell’oggetto appaia procedere più lentamente di quanto apparirebbe se fosse osservato da un punto in stato di quiete rispetto ad esso. È possibile perciò che un dato evento A sia osservato da un punto e visto come se accadesse prima dell’evento B, e dopo di esso quando è osservato da un altro punto, se in ciò è coinvolto il moto relativo: tuttavia la successione di eventi che accadono nello stesso luogo e la successione di eventi correlati causalmente non sono reversibili da nessuna condizione di osservazione immaginabile, e così rimangono assolute nella teoria della relatività. **Ivi**, p. 43.

⁴⁷⁶ **Ivi**, pp. 26-27.

di un sistema tri-dimensionale. Questa teoria demoliva la distinzione tra categorie di vecchia data, che stavano a fondamento del pensiero occidentale.

L'idea che la descrizione scientifica debba essere coerente con la definizione dei mezzi teoreticamente accessibili ad un osservatore appartenente a questo mondo, e non ad un qualche essere completamente indipendente da ogni costrizione fisica, che può contemplare il mondo fisico "dall'esterno", costituisce una delle idee fondamentali della relatività. Per Einstein - fondatore di questa teoria -, la simultaneità può essere definita soltanto relativamente ad un dato sistema di riferimento. Le leggi di Newton non supponevano che l'osservatore fosse un essere fisico; l'oggettività era appunto definita come assenza di riferimento all'osservatore nella descrizione dell'oggetto. Il fatto che la relatività si fondi su una costruzione che vale solo per osservatori fisici, per esseri che non hanno il dono dell'ubiquità, ma che possono essere in un solo posto alla volta, fa di questa scienza una fisica umana. Ed è questa fisica, che suppone l'osservatore collocato nel mondo e non l'altra fisica, la fisica dell'assoluto, ad essere confermata dall'esperimento⁴⁷⁷.

Eppure è con la meccanica quantistica che la teoria fisica taglia veramente con il passato in quanto abbandona ogni riferimento all'idea di una conoscenza divina del mondo. Le considerazioni statistiche giocano un ruolo centrale nella meccanica quantistica. Possiamo prevedere soltanto probabilità, non singoli eventi⁴⁷⁸. L'introduzione del concetto di "operatore"⁴⁷⁹ - che è di fondamentale importanza per la meccanica quantistica - ci restituisce un mondo microscopico retto da leggi che hanno una nuova struttura che mette fine una volta per tutte alle speranze di poter descrivere con un solo schema concettuale l'intero universo. L'introduzione degli operatori, conduce ad una modificazione profonda dei nostri concetti di base (come ad esempio lo spazio) ed inoltre mina alla base il concetto di causalità posto a fondamento della scienza classica. La relazione di indeterminazione di Heisenberg afferma - semplificando brutalmente - che ogni descrizione implica una scelta degli strumenti di misurazione, una scelta della domanda che vogliamo porre. In questo senso, la risposta, il risultato della misurazione, non ci fornirà l'accesso ad una realtà data. Dobbiamo decidere quale tipo di misurazione vogliamo effettuare e quale tipo di questione vogliamo porre al sistema. Il numero quantico misurato caratterizzerà il sistema nello stato in cui noi abbiamo scelto di descriverlo. Ciò dà luogo ad una molteplicità di punti di vista e, ancora una volta, ad un distacco dall'oggettività classica. Noi possiamo misurare le coordinate o i momenti, ma non entrambi contemporaneamente. Non c'è un unico linguaggio teorico in cui si esprimano le variabili a cui può essere attribuito un valore ben definito che possa esaurire il contenuto fisico di un sistema. I vari linguaggi possibili ed i vari punti di vista sul sistema sono complementari. Essi riguardano la stessa realtà, anche se è impossibile ricondurli alla stessa descrizione. Questa natura irriducibile dei punti di vista su di un'unica e sola realtà esprime l'impossibilità di un'eventuale scoperta di un punto di vista dal quale, come un dio potrebbe fare, sia visibile simultaneamente la realtà nella sua interezza. In meccanica quantistica, la coesistenza dell'irreversibilità e della reversibilità, è indicativa del fatto che l'idealizzazione classica che portava a descrivere il mondo

⁴⁷⁷ Le dimostrazioni di impossibilità, in relatività, in meccanica quantistica, o in dinamica, ci hanno insegnato che non si poteva descrivere la natura dall'"esterno".

⁴⁷⁸ È notevole rilevare come la scoperta dell'inadeguatezza dei concetti della dinamica classica non può essere separata dalla generale atmosfera di "crisi" prevalente, in modo particolare in Germania, dopo la prima guerra mondiale. Sembra che i giovani fisici di questo periodo, e specialmente Heisenberg (dato che fu lui ad inventarlo), abbiano salutato l'introduzione del nuovo concetto di "operatore" come una liberazione ideologica. Per approfondimenti, **Prigogine, Ilya; Stengers, Isabelle** (1999), op. cit.

⁴⁷⁹ Ad ogni operatore corrisponde un insieme, una "riserva" di valori numerici: questo insieme viene definito lo "spettro" dell'operatore.

dinamico come un mondo “isolato” è impossibile per il mondo microscopico. Il linguaggio con il quale descriviamo un sistema quantistico non può essere separato dai sistemi macroscopici che descrivono il funzionamento dei nostri apparecchi di misurazione. I concetti statistici divengono quindi non più una semplice approssimazione della “verità oggettiva”, ma l’unico strumento teorico accettabile⁴⁸⁰.

Si è visto come si palesino, in questo periodo, concezioni differenti del tempo nel campo della produzione sociale della conoscenza scientifica così come in altri campi del sapere. Si vedrà come questo riorientamento incida anche sugli studi dei processi chimici e biologici - strettamente correlati alle strutture interne - tipici della contemporaneità⁴⁸¹. Da questo punto di vista il mondo contiene un’infinita varietà di tempi interni, ciascuno correlato al divenire dei destini individuali. La scoperta che i processi irreversibili coinvolgono tutto, dalle particelle elementari agli eventi cosmologici, mostra che questo è un aspetto comune dell’intero universo⁴⁸².

⁴⁸⁰ **Ivi**, pp. 217-234.

⁴⁸¹ Per approfondimenti, vedi qui **Lo Scienziato 2.0**.

⁴⁸² Si è visto che l’irreversibilità ha inizio laddove i concetti classici, come la traiettoria, smettono di corrispondere a descrizioni realistiche. L’instabilità del moto conduce poi all’irreversibilità e alle descrizioni probabilistiche.

VII.3 Configurazioni narrative: lo Scienziato

A cavallo fra il XVII e il XVIII secolo, l'immagine del mondo e l'immagine del sistema sociale mutano profondamente, in forte consonanza, ed è difficile dire se l'immagine dell'universo cambia prima di quella della società, con l'affermazione del modo di organizzazione capitalista. Colpì molto l'immaginazione dei contemporanei la scienza newtoniana, i cui impegni ideologici erano piuttosto rilevanti, tanto che la sua filosofia della natura sembra essere stata concepita non solo come un rispecchiamento dei fenomeni fisici ma anche come un'ideologia sociale e politica che tentava di assicurare la stabilità e la devozione e inoltre di consentire l'espressione dell'interesse privato individuale⁴⁸³. A Newton si può far risalire fra l'altro la distinzione canonica del mondo in matematico-naturale e umano, che finirà per reificarsi in partizioni rigidamente distinte del mondo accademico dando luogo a quella che in seguito verrà definita criticamente la questione delle "due culture"⁴⁸⁴. Dirà Koyré in proposito: "C'è qualcosa di cui Newton deve essere considerato responsabile o, per meglio dire, non solo Newton, ma la scienza moderna in generale: è la divisione del nostro mondo in due. Ho detto che la scienza moderna aveva rovesciato le barriere che dividevano i Cieli e la Terra, che essa unì e unificò l'Universo. Ciò è vero. Ma io ho anche detto che essa lo fece sostituendo al nostro mondo di qualità e percezioni sensibili, mondo nel quale noi viviamo, amiamo e moriamo, un altro mondo: il mondo della quantità, della geometria deificata, mondo nel quale c'è sì posto per ogni cosa, ma non ce n'è per l'uomo. Così il mondo della scienza - il mondo reale - si allontanò e si separò interamente dal mondo della vita, che la scienza è stata incapace di spiegare - anche attraverso una spiegazione dissolvente che ne farebbe un'apparenza "soggettiva". In verità questi due mondi sono uniti ogni giorno - e sempre più spesso - dalla *praxis*. Ma per la *theoria* sono separati da un abisso"⁴⁸⁵. È in questo che consiste la tragedia dello spirito moderno che "risolve l'enigma dell'Universo", ma solamente per rimpiazzarlo con un altro: l'enigma di se stesso"⁴⁸⁶.

In questa configurazione narrativa si afferma nel primo periodo una visione del mondo complessa con ancoraggi al contempo trascendenti (Dio è l'artefice del mondo ed è presente nella quasi totalità delle nuove sintesi teoriche) e immanenti (è l'uomo, con le applicazioni tecnologiche della scienza a dominare la natura); questa situazione ibrida dà luogo in principio ad un'epoca trionfale che s'è giustamente chiamata "età eroica della

⁴⁸³ **Lentini, Orlando** (2003), op. cit., p. 108.

⁴⁸⁴ Lo scontro tra l'idea di un tempo irreversibile diretto verso il futuro, e quello del tempo "intemporale" della fisica, lo scontro tra dinamica ed entropia ha scavato un profondo solco all'interno della scienza, ha alienato la scienza dalla filosofia ed è stato uno dei fattori responsabili dell'emergere delle "due culture". Oggi però la fisica non nega più il tempo, né la sua direzione. L'opposizione dunque tra apparenza e realtà, quella tra sapere e non-sapere, quella tra pregiudizi ciechi e conoscenza prodotta da una rottura o da un'ascesi, l'opposizione tra scienza dei fondamenti e scienza dell'epifenomeno non s'avvale più di argomenti teorici: i fisici hanno perso qualsiasi privilegio di extraterritorialità o di preminenza. In quanto scienziati, essi appartengono alla cultura cui, a loro volta, contribuiscono. Potremmo anche dire che è il modo di descrivere lo scorrere del tempo che distingue le due culture. Si potrebbe anche pensare di distinguerle attraverso la complessità del loro oggetto: la fisica si occuperebbe allora dei fenomeni detti *semplici* e le scienze umane dei fenomeni *complessi*. Ma al giorno d'oggi il divario tra fenomeni semplici e complessi va riducendosi. Per approfondimenti, vedi **Prigogine, Ilya; Isabelle Stengers** (1999), op. cit.; **Prigogine, Ilya** (1993), op. cit.; **Bocchi, Gianluca; Ceruti, Mauro** (1985), op. cit.; **Bocchi, Gianluca; Ceruti, Mauro** (2000), *Origini di storie*, Feltrinelli, Milano.

⁴⁸⁵ L'affermazione del metodo esatto della scienza in ogni campo di lavoro e d'azione, in un certo senso esaltò la visione meccanica del mondo concepita dal secolo diciottesimo, perché i tecnici presero a considerare il mondo dei fisici come l'aspetto più concreto dell'esperienza in quanto, nel complesso, era l'aspetto che meglio si prestava alla misurazione.

⁴⁸⁶ **Koyré, Alexandre** (1972), op. cit., p. 26

scienza⁴⁸⁷. Ma, se all'inizio, il libro della natura sembrò rivelare Dio, un Dio ingegnere stavolta, che non solo aveva creato l'orologio dell'universo, ma che in continuazione doveva osservarlo e intervenire a ripararne il meccanismo quando si guastava, manifestando in tal modo la sua attiva presenza e il suo interesse per ciò che aveva creato, proprio lo sviluppo della scienza newtoniana, che progressivamente svelava la consumata abilità del Divino Artefice, finì per lasciare sempre meno spazio all'intervento divino. L'orologio del mondo dimostrò progressivamente di non avere bisogno né di revisione né, tanto meno, di riparazione. Una volta in movimento, procedeva all'infinito. Dopo avere eseguito l'opera della creazione, il Dio di Newton - come quello di Cartesio dopo la prima (e ultima) "carica" data alla materia - poteva fermarsi. Simile al Dio di Cartesio e di Leibniz - così fermamente osteggiato dai newtoniani - quello di Newton non aveva più niente da fare nel mondo. Eppure fu solo alla fine del XVIII secolo con Laplace che il Dio newtoniano raggiunse l'eccelsa posizione di un "Dio fannullone", restando così completamente escluso dal mondo ("non ho bisogno di quell'ipotesi", rispose Laplace a Napoleone che gli chiedeva che posto occupasse Dio nel suo sistema). Al contrario, la prima generazione di newtoniani e lo stesso Newton avevano considerato Dio principalmente un essere attivo e presente nel mondo che non soltanto garantiva alla fabbrica del mondo la necessaria forza dinamica, ma faceva anche positivamente muovere l'universo secondo leggi liberamente stabilite. È proprio a questa concezione della presenza e dell'azione di Dio nel mondo a costituire la base intellettuale del sentimento generale del XVIII secolo e a rendere conto della sua particolare struttura emotiva: il suo ottimismo è conseguenza della divinizzazione della natura. La natura e le leggi della natura vennero conosciute e sentite come il concretizzarsi della potenza e della ragione divine, era naturale quindi che venissero concepite come le migliori possibili. Seguire la natura e accettarne le leggi come norma suprema significò conformarsi al volere ed alla legge di Dio⁴⁸⁸.

Dio, però, in un secondo momento, non fu più il partner dell'umanità, né fu più l'anima del mondo. Diventò il governatore del mondo, il garante delle conoscenze e degli ordini sociali preesistenti. La Mente e la Natura si separarono. Ognuna fu sottoposta a regole e a trasformazioni prestabilite. Nella scena della natura rimaneva posto solo per la materia inerte, per processi neutrali e ripetitivi, per le collisioni sempre identiche di particelle microscopiche, considerate le costituenti ultime della natura. Gli oggetti prevalsero sui processi, le identità separate sui rapporti di unione, i caratteri generici sulle individualità. Pur tra gravi incomprensioni, le confessioni religiose dominanti e le nascenti discipline scientifiche trovarono accordi e compromessi⁴⁸⁹. La strada di entrambe divorziò dai tempi,

⁴⁸⁷ Per approfondimenti, vedi qui **nota 451**.

⁴⁸⁸ Se l'ordine e l'armonia prevalevano nel mondo della natura, questo non accadeva nel mondo dell'uomo. Si disse allora che il disordine e la disarmonia erano creazioni umane, generate dallo sforzo stolto e ignorante dell'uomo di alterare le leggi della natura o anche di sopprimerle e di sostituirle con regole poste da lui stesso. Il rimedio a quest'inconveniente parve facile: torniamo alla natura, alla nostra vera natura e viviamo e agiamo secondo le sue leggi. **Koyré, Alexandre** (1972), op. cit., pp. 23-24.

⁴⁸⁹ È interessante notare, come fa Davis, che la crescente controllabilità e manipolabilità della natura sottrae il mondo ai vecchi orizzonti di senso provocando inaspettate reazioni dettate da profondi contraccolpi psicologici "la legittimazione, da parte di molti scienziati eminenti, di pratiche occulte dello spiritualismo riflette semplicemente la più ampia confusione culturale causata dalla crescita esplosiva della scienza e della tecnologia durante la rivoluzione industriale. Consapevolmente o no, molti vittoriani compresero che, nonostante gli aspetti positivi, l'empirismo e il materialismo stavano anche corrodendo il campo metafisico delle loro anime immortali. La semplice cristianità, una volta privata della magia, e in difficoltà di fronte alle pressioni evoluzionistiche del darwinismo, difficilmente sarebbe stata in grado di arginare la mareggiata di un cosmo senza senso. Qual miglior unguento dello spiritualismo, la religione più materialistica ed empiristica immaginabile? Qual miglior fonte di salvezza?". **Davis, Erik** (2001), op. cit., pp. 82-83.

dagli spazi, dalle esperienze, dai miti, dalle immagini, dalle fantasie, dai sogni, dalla vita quotidiana. Il paesaggio simbolico della scienza e della filosofia che si delineò in questo periodo fu dominato da dualismi, da disgiunzioni e da specialismi, ma anche da equilibri, da leggi, da regole astoriche e atemporali. Prevalse la ricerca di una certezza e di un accordo intersoggettivi che prescindessero dalla concretezza e dalla contingenza delle storie e delle interazioni fra gli individui e la collettività. La civiltà europea fu turbata dalla varietà degli universi con cui era entrata in contatto in meno di due secoli, dalla turbolenza delle rivoluzioni che stava vivendo. Fu quasi sopraffatta dalla diversità delle esperienze e delle opinioni. Si impose la ricerca di un ordine privilegiato. La ricerca della certezza prese forma innanzitutto in un metodo, in grado di provare al di là di ogni ragionevole dubbio la verità universale delle ipotesi proposte e in grado di consentire a tutti gli individui di intendersi al di là della contingenza e della precarietà delle loro vicende e delle loro opinioni. Emerse l'ideale dell'oggettività razionale, espressione di un osservatore astratto. Interprete di queste esigenze, il ricercatore avrebbe dovuto discriminare fra rilevante e accessorio, fra permanente e transitorio, fra essenziale e superfluo. Teatro del suo operare diventò il laboratorio: una scena purificata da ogni interferenza di effetti secondari, nella quale i "fatti" sarebbero diventati tali soltanto in quanto ottenuti in condizioni sperimentali "completamente controllabili". Ciò avrebbe reso possibile separare i pochi fatti intellegibili da una teoria (perché ripetibili e quindi controllabili al di là di ogni specifica condizione spazio-temporale) da una miriade di trascurabili interferenze. I fatti, così purificati, sarebbero potuti diventare "testimoni" affidabili delle teorie scientifiche. Parve possibile controllare i nuovi mondi filtrando l'infinito nel finito, riducendo l'eterogeneo all'omogeneo, definendo una mappa in grado di rendere dominabile un territorio altrimenti inaccessibile. Si delineò il progetto di identificare un nucleo finito di presupposti, di leggi, tramite i quali accedere alle molteplici scale spaziali e temporali del cosmo, non importa quanto lontane dalla collocazione concreta dell'osservatore umano. Si andò alla ricerca di un invisibile semplice dietro la complessità apparente dei fenomeni. Fu la risposta che prevalse di fronte allo sconcerto provocato dall'esplosione dei confini fisici e simbolici del cosmo, all'inopinata profondità e infinità dell'universo nello spazio e nel tempo, all'imprevista varietà dei suoi oggetti. Sembrò possibile ritrovare un nuovo ordine cosmologico univoco e astorico quanto l'ordine infranto, e una relazione fra architettura dell'universo e architettura del sapere altrettanto naturale ed oggettiva. La scienza moderna pose alla base della sua impresa un postulato di continuità della natura, secondo il quale i differenti livelli, le varie scale della realtà sarebbero reciprocamente raggiungibili per trasformazioni lineari e continue. L'ordine del cosmo tornava ad essere unitario, astorico e predeterminato; le trasformazioni tra i differenti livelli di realtà sarebbero state effettuabili una volta avuto accesso alla chiave di quest'ordine. Questa chiave sarebbe stata la conoscenza dell'ordine nascosto, del livello fondamentale di osservazione e di spiegazione nei cui termini ridurre, riunificare, rendere omogenee quelle dimensioni e quelle scale che apparivano eterogenee. Alle origini dell'Età moderna, lo spazio divenne un immenso contenitore comune al Cielo e alla Terra, uno spazio isotropo, in cui tutti i luoghi erano equivalenti e indifferenziati, unificati dalle stesse leggi e dagli stessi elementi. Progressivamente, lo spazio divenne un modello per pensare il tempo, che divenne lineare, metrico, omogeneo. Il tempo si svincolò dai moti degli oggetti celesti. Divenne assoluto, isolato dagli eventi e dagli oggetti. il Dio legislatore guidò la nascita e il consolidamento dei presupposti che avrebbero guidato lo sviluppo del pensiero scientifico moderno. Era un Dio esterno alla storia, che aveva lasciato la sua impronta sul mondo e immediatamente se ne era ritratto. Era un Dio che, all'origine dei tempi, aveva innescato i movimenti dell'universo, facendo sì che il suo volto trasparisse nell'inflessibilità dei meccanismi che

lo avrebbero regolato⁴⁹⁰. Pochi decenni dopo la sintesi newtoniana, il Calcolo aveva già esteso il suo modello ai suoni, ai fluidi, ai materiali da costruzione. I nomi di Leonhard Euler, di Joseph-Louis Lagrange, di Joseph Fourier, Simeon-Denis Poisson si legarono a nuovi campi di ricerca quali l'acustica, la dinamica dei fluidi, l'idrodinamica. Diventò agevole e produttivo operare semplificazioni, fu possibile ottenere previsioni accurate. Sorse la speranza che, a forza di semplificazioni e computazioni riuscite, si potesse continuare a estendere il potere del controllo e della previsione a domini sempre più ampi dell'universo. La convinzione generale era che le porte della natura fossero state aperte. La conoscenza delle leggi e la purificazione dei fatti avrebbero senz'altro consentito di cogliere gli stati presenti, passati e futuri dell'universo, con esattezza e per tutta l'eternità. L'onniscienza divenne il punto di vista normativo nei cui termini valutare limiti e possibilità dell'umana scienza, nonché la prospettiva nei cui termini definire le direzioni del suo sviluppo⁴⁹¹. L'onnisciente Legislatore lasciò il posto all'onnisciente Calcolatore. Le importanti conquiste ottenute dalla scienza moderna fecero credere che all'origine dell'età del pensiero scientifico ci fosse una rottura fondatrice: rottura rispetto allo stato "prescientifico" delle conoscenze della civiltà occidentale; rottura rispetto alle tradizioni di pensiero non scientifiche e non occidentali; rottura rispetto al senso comune. Soltanto questa rottura, dolorosa⁴⁹² e tuttavia necessaria, avrebbe consentito di selezionare, tra l'infinità delle dimensioni e delle narrazioni dell'esperienza umana, quella gamma più ristretta che risulterebbe pertinente all'ordine della conoscenza e all'ordine della vita associata. La rottura fu intesa come purificazione di un universo in passato torbido e magmatico, come trasparenza sottratta all'opacità o al gioco di luci e illusioni ottiche delle categorie pre-scientifiche o a-scientifiche. L'umanità aveva superato una soglia, una discontinuità critica, e oltre questa soglia si erano aperte sterminate possibilità di progresso⁴⁹³.

Si è visto come i grandi fondatori della scienza occidentale sottolinearono l'universalità e l'eternità delle leggi universali. Essi formularono schemi generali che avrebbero dovuto coincidere con la definizione stessa di razionalità⁴⁹⁴. Nella scienza classica l'accento era posto sulle leggi dipendenti dal tempo. Una volta assegnate le condizioni iniziali, queste leggi determinavano per sempre il futuro, come avevano determinato il passato. La ricerca di una verità eterna suscitò entusiasmo. Ma nello stesso tempo divenne ineludibile il fatto

⁴⁹⁰ Di questo Dio, nell'Ottocento, J. S. Mill diede una formulazione pregnante: la scienza è incompatibile con un Dio che governi il mondo con atti dalla volontà mutevole; è compatibile solo con un Dio che governi il mondo con leggi invariabili.

⁴⁹¹ Da questo punto di vista, l'incarnazione più pregnante fu il demone che Laplace presentò nel 1812 alla comunità degli scienziati: un demone dalle elevatissime capacità computazionali e dalle eccezionali capacità di separazione e purificazione dei fatti.

⁴⁹² Si potrebbe considerare il Romanticismo una reazione culturale a questa sofferta frattura con il vecchio ordine: "l'estetica e la sensibilità romantica, la cui influenza si sarebbe imposta in Europa tra la fine del XVIII e la fine del XIX secolo, reagendo ai valori centrali dell'Illuminismo, offrivano infatti un nuovo modello dell'uomo e della vita mentale. Accanto ad esse si diffuse ovviamente anche una considerazione più alta dell'emozione, rispetto alla ragione, nonché un'attenzione maggiore ai sentimenti, alle passioni e all'irrazionale, prima guardati con diffidenza nell'analisi e nella spiegazione del comportamento umano. Agli albori del XIX secolo, dunque, l'idea di un inconscio, oltre ad acquisire una configurazione sempre più complessa, veniva oramai posta alle basi della creatività e dell'ispirazione, nonché all'origine dei sentimenti umani più profondi". **Pecchinenda, Gianfranco** (2008), op. cit., p. 202.

⁴⁹³ **Bocchi, Gianluca; Ceruti, Mauro** (2000), op. cit., pp. 121-128.

⁴⁹⁴ Questo concetto è ben espresso in Berlin, Isaiah, *Against the Current*, "Essi cercavano schemi omnicomprensivi, una struttura universale unificante, al cui interno si potesse mostrare che ogni cosa esistente è sistematicamente - cioè logicamente o causalmente - interconnessa con ogni altra, vaste strutture in cui non ci fossero spazi lasciati aperti per sviluppi spontanei ed inattesi, in cui tutto ciò che accade fosse, almeno in linea di principio, interamente spiegabile in termini di leggi generali ed immutabili", p. XXVI, in **Prigogine, Ilya; Isabelle Stengers** (1999), op. cit., pp. 4-5.

che un mondo decifrato con successo in questo modo fosse in effetti un mondo svilito: si rivelava un semplice automa, un robot⁴⁹⁵. Un tempo, invece, l'ordine, anche quando veniva accettato come base per gli umani disegni, poggiava su un puro atto di fede; gli astri erano la sola manifestazione di ordine agli occhi dell'intelligenza razionale. Adesso l'ordine si reggeva su un metodo. La natura cessava d'essere imperscrutabile e soggetta alle demoniache incursioni da un altro mondo; l'essenza vera della Natura, in questa nuova concezione, consisteva proprio nel fatto che i nessi erano ordinati e perciò prevedibili: si poteva perfino fissare il passaggio di una cometa nel cielo. Sul modello di questo fisico ordinamento del mondo esterno gli uomini presero a riorganizzare sistematicamente i propri pensieri ed azioni, applicando su vasta scala e in ogni settore i precetti e le pratiche adottate dai finanzieri della borghesia. Gli uomini sentirono che l'universo stesso aveva la sua ragione d'essere quando le navi andavano e tornavano con la regolarità dei corpi celesti. In tutto ciò c'era qualcosa di cosmico. Non fu cosa da poco avere reso visibile quest'ordine. Il metodo sperimentale doveva molto alla trasformazione della tecnica, perché la relativa impersonalità dei nuovi strumenti e macchine, particolarmente di quelle automatiche, deve aver contribuito a suscitare la fede in un mondo, egualmente impersonale, di fatti puri e presi nella loro espressione più semplice, operanti con l'autonomia di un movimento d'orologio e sottratti ai desideri dello studioso; la riorganizzazione dell'esperienza scientifica in termini di causalità meccanica e il ricorso ad esperimenti collettivi controllati, rinnovabili e verificabili, relativi a quei soli settori che si prestavano al metodo sperimentale, tutto questo fu davvero una scoperta di portata gigantesca⁴⁹⁶.

Nel Secolo dei Lumi la storia gradualmente si laicizza, comincia ad assumere un carattere profano, si libera dal disegno divino e tenta di dotarsi di un senso autonomo. Questo senso autonomo recupera però l'ottimismo profetico della visione cristiana legando la storia all'idea di progresso e, sotto certi aspetti, a quello di speranza e di promessa di un mondo migliore realizzabile però questa volta su questa terra. D'altra parte anche l'influenza della scienza si fa sempre più determinante, essa induce a pensare che la natura è qualcosa che gli uomini possono modificare, costruendo il loro ambiente e, con esso, il proprio tempo. È per questo possibile una laicizzazione del tempo cristiano, grazie alla quale si entra decisamente nella modernità. Non è più dunque la volontà divina ad essere il motore della storia, ma sono gli avvenimenti concreti che danno senso alla vita degli uomini e li inseriscono all'interno di una dinamica storica. È dall'avvenimento concreto che bisogna partire per dare senso alla storia; è l'approfondimento del presente che garantisce la proiezione nel futuro; è l'avvenimento che rivela all'uomo la sua condizione di essere temporale. Si conferma l'importanza e la centralità del punto di vista come condizione fondamentale per la ricerca della verità storica, verità individuata dagli uomini attraverso il loro pensiero, la loro ragione, nonché la loro esperienza. Quello che fino ad allora si era presentato come un immobile scenario dell'azione umana, il cosmo, dotato di una struttura temporale condensata nell'attimo irriducibile della sua creazione simultanea da parte di Dio, inizia ad essere pensato come aperto sul futuro, come marcato da una costitutiva

⁴⁹⁵ Questa nuova visione del mondo non si limitava a ridurre a macchina la natura; in consonanza mutò anche la percezione dell'essere umano: il più significativo dei riferimenti all'*homme-machine* nella storia della nostra cultura, può essere infatti considerato quello offerto nel 1748 da Julien Offroy de La Mettrie, convinto assertore di una corrente definita "anatomo-determinista". In estrema sintesi il pensiero di quest'autore è riconducibile alle seguenti idee: gli uomini sono macchine dotate di pezzi esclusivamente materiali. La nostra natura materiale esige che i nostri bisogni vengano soddisfatti, sia a livello fisico che culturale. Pertanto bisogna combattere tutte quelle istituzioni che, affermando ipocritamente che l'uomo è in realtà "più che una macchina", finiscono per reprimere i suoi bisogni al fine di sottometterlo alle proprie necessità funzionali. **Pecchinenda, Gianfranco** (2008), op. cit., pp. 98-99.

⁴⁹⁶ **Mumford, Lewis** (2005), op. cit., pp. 153-154.

incompiutezza che lo espone, esattamente come l'agire dell'uomo, all'operare del tempo. La natura e la Storia, sono permeate dalla temporalità, esse portano dentro le tracce di un dispositivo che orienta verso un futuro. Infatti quando le istituzioni rimpiazzarono l'appello all'aldilà e al passato con l'invocazione dell'avvenire, fu tutta l'organizzazione sociale che cambiò in organizzazione temporale. Il momento più alto di questo processo avvenne quando fu lo Stato stesso che sempre di più intervenne nella politica economica, nell'orientamento degli investimenti, e nello sviluppo dell'industria. In più la diffusione dell'orologio contribuì potentemente alla trasformazione del tempo da qualitativo in quantitativo⁴⁹⁷. L'influenza dell'orologio sulla percezione del tempo divenne sostanziale solo quando questi strumenti meccanici (con l'aggiunta della lancetta dei minuti), divenendo più puntuali, resero possibile la ricerca dell'esattezza e di conseguenza il calcolo preciso del tempo. Solo allora ci si rese conto che attraverso l'orologio si riusciva a dissociare il tempo dagli eventi umani⁴⁹⁸. In effetti da allora il tempo divenne funzione di un semplice meccanismo: il qualitativo venne sostituito dal quantitativo. Questo divenne funzionale alla nuova classe dominante: la borghesia. Essa accolse, molto prontamente e favorevolmente, l'orologio meccanico. Si scoprì ben presto che le complesse attività cittadine e lavorative richiedevano una regolazione che solo l'orologio poteva fornire. Non solo l'ambito lavorativo, ma ogni aspetto della vita fu regolamentato dall'orologio. Si trattava di una nuova forma di inquadramento temporale, più rigorosa ed esigente di qualsiasi altra escogitata prima. La borghesia introdusse l'orologio nelle case, nelle scuole, nei ritrovi, negli uffici. Nessun angolo della cultura fu risparmiato dall'arrivo di questo nuovo mezzo di socializzazione. Essere precisi come un orologio divenne il valore più importante della nuova era industriale. Senza l'orologio, la vita industriale non sarebbe stata possibile. L'orologio ha condizionato la mente umana a percepire il tempo come qualcosa d'esterno, autonomo, continuo, rigoroso, quantitativo e divisibile⁴⁹⁹.

Nel frattempo le concezioni del XVIII secolo avevano trasformato il concetto cristiano dell'uguaglianza degli uomini in Cielo in quella dell'uguaglianza sulla Terra; un'uguaglianza che non era da conseguire con una conversione o con la morte, preludio all'immortalità, ma che era immanente al fatto di essere "nati liberi ed eguali". La borghesia interpretava queste idee a suo esclusivo vantaggio: ciononostante la concezione non cessava di costituire una razionalizzazione psicologica del sistema industriale; la produzione in massa di beni a basso prezzo portava i principî della democrazia su un piano materiale, e il proliferare delle macchine trovava la sua giustificazione nel fatto che metteva il nuovo processo alla portata di tutti. Nel secolo XVIII la dottrina del progresso era stata elevata a nozione fondamentale delle classi colte. L'uomo, secondo i filosofi ed i razionalisti, stava innalzandosi costantemente dalla superstizione, dall'ignoranza e dall'incultura ad un mondo sempre più perfezionato, umano e razionale. Tutto era migliorato: attrezzi, strumenti, leggi ed istituzioni; invece di essere mossi dagli istinti e governati dalla forza, gli uomini sapevano farsi ispirare dalla ragione. Per la natura stessa del progresso, il mondo avrebbe continuato ad andare avanti, sempre nella stessa direzione, diventando sempre più a misura d'uomo, più confortevole, più pacifico, più comodo nei viaggi e, soprattutto, più ricco. I laudatori del progresso consideravano il loro periodo come la vetta più alta raggiunta dall'umanità. Con il XIX secolo la vaga dottrina

⁴⁹⁷ Si è già notato come l'invenzione dell'orologio abbia contribuito, in un precedente momento, all'introduzione della *precisione* nel mondo fino ad allora del *pressappoco*. Per approfondimenti, vedi qui **Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: Universo meccanico e Officine**. È evidente che in questo periodo la migliore qualità tecnologica e la crescente diffusione di questi strumenti ha ripercussioni sociali differenti.

⁴⁹⁸ Per approfondimenti, **Elias, Norbert** (1986), op. cit.

⁴⁹⁹ **Cavicchia, Scalamonti Antonio** (2007), op. cit., pp. 85-90.

settecentesca riceveva una decisiva conferma dall'impetuoso sviluppo meccanico; le leggi del progresso si mostravano in tutta la loro evidenza. La nozione di valore, nella teoria del progresso, fu ridotta ad un calcolo del tempo; ossia il valore era nient'altro che "movimento nel tempo". Il progresso nella storia era l'equivalente del moto nello spazio. Ma il progresso aveva un aspetto economico: al fondo non era che una elaborata razionalizzazione dell'assetto economico dominante. Il progresso era possibile solo per mezzo di una produzione sempre crescente; la produzione cresceva in volume solo attraverso l'aumento del volume delle vendite, e queste, a loro volta, erano incentivo ai perfezionamenti meccanici ed alle invenzioni, che stimolavano nuove esigenze e creavano la coscienza di nuove necessità. La lotta per la conquista del mercato ricevette un nome filosofico: "lotta per l'esistenza". Il salariato era in concorrenza con l'altro salariato per sfamarsi, il manovale con l'operaio qualificato, le donne ed i ragazzi con i capifamiglia. Oltre a questa lotta orizzontale fra i diversi gruppi nell'ambito della classe lavorativa, si determinò un conflitto verticale che spezzò la società, la lotta di classe, la lotta fra chi possedeva e coloro che erano spossessati. Questi conflitti di struttura servivano da base per una nuova cosmologia più ottimistica che integrava ed estendeva la teoria del progresso. Nel suo saggio sulla popolazione il reverendo T. R. Malthus riassunse acutamente le condizioni della società inglese durante il perturbamento che precedette la nuova industria. Egli affermò che la popolazione tendeva a crescere più rapidamente delle risorse alimentari e che si evitava la fame solo attraverso la limitazione positiva, rappresentata dalla continenza, e quella negativa esercitata dalla miseria, dalle malattie e dalle guerre. In questa lotta per il cibo si imponevano le classi superiori, con la loro oculata prosperità, la loro preveggenza e il loro più adatto *habitus* psichico. Con questa immagine in testa e con il saggio di Malthus come lievito per i loro pensieri, due biologi inglesi, Charles Darwin⁵⁰⁰ e Alfred Wallace, proiettarono l'intensa lotta per il mercato sul mondo dell'esistenza: la "sopravvivenza del più adatto"⁵⁰¹. Quest'ideologia scaturì, in sostanza, dal nuovo ordine sociale.

Il turbamento più profondo ed inquietante della gerarchia tradizionale ebbe luogo come conseguenza della secolarizzazione della vita e del pensiero⁵⁰². Secondo il concetto del diritto divino, la legittimazione a governare deriva da Dio: nel corso del secolo diciannovesimo, il fondamento razionale della monarchia cominciò a cambiare dal diritto divino al principio della sovranità popolare. Come risultato di ciò, la corte e l'aura che circondavano i monarchi cristiani persero molto del loro aspetto mistico e sacro, e nell'immaginazione popolare furono sostituite dai corridoi del potere nei parlamenti e nelle sedi dei congressi. Esattamente come il declino di una cornice metafisica trasformò il senso del tempo, così essa influenzò il senso dello spazio; e lo sfondo di eventi significativi nella storia si spostò dagli spazi sacri del cielo, della chiesa e del palazzo agli spazi profani del campo di battaglia, dell'officina, della piazza del mercato e della casa. D'ora in poi il valore doveva essere determinato dalla sensibilità estetica, dall'utilità pubblica o dalle prove scientifiche e non dal privilegio ereditario, dal diritto divino o dalla verità rivelata: gli antichi santuari del privilegio, del potere e della sacralità furono assaliti, se non proprio distrutti, da questa nuova visione del mondo⁵⁰³.

Nel periodo poi che va dal 1880 allo scoppio della prima guerra mondiale una serie di radicali cambiamenti nella tecnologia e nella cultura creò nuovi, caratteristici modi di

⁵⁰⁰ È noto che nell'affermazione della dottrina dell'evoluzione come risultato della selezione naturale, Darwin fu profondamente influenzato da linee di pensiero che giacevano al di fuori di quella della sua investigazione.

⁵⁰¹ Mumford, Lewis (2005), op. cit., p. 208.

⁵⁰² Per approfondimenti, Gauchet, Marcel (1992), op. cit.

⁵⁰³ Kern, Stephen (2007), op. cit., p. 218.

pensare e di esperire lo spazio e il tempo. Innovazioni tecnologiche che comprendono il telefono, la radiotelegrafia, i raggi X, il cinema, la bicicletta, l'automobile e l'aeroplano posero il fondamento materiale per questo nuovo orientamento: sviluppi culturali indipendenti quali il romanzo del "flusso di coscienza", la psicanalisi, il cubismo e la teoria della relatività plasmarono direttamente la coscienza: il risultato fu una trasformazione delle dimensioni della vita e del pensiero⁵⁰⁴.

In quel periodo, la vita quotidiana nelle metropoli comincerà ad essere regolata in base alla possibilità di poter sfruttare fonti di energia più direttamente utilizzabili: il gas, ad esempio, per illuminare le strade. E su questo l'Occidente edificherà quel mondo a misura d'uomo che è ancora in gran parte quello in cui viviamo. Lo sfruttamento dell'elettricità⁵⁰⁵ avverrà a partire dagli ultimi decenni del XIX secolo: con l'invenzione della lampadina elettrica da parte di Thomas A. Edison, e in seguito, ma ormai nel Novecento, con la costruzione di centrali idriche in grado di produrre abbastanza elettricità da alimentare le industrie, i mezzi di comunicazione ma anche i dispositivi di uso quotidiano: le metropoli - prima Parigi, la Ville Lumière, poi Londra, poi tutte le altre - si illuminano cancellando la differenza fra notte e giorno, nelle case cominciano a comparire i primi dispositivi elettrici⁵⁰⁶. In più, benché la puntualità e la registrazione dell'orario di lavoro non avessero avuto origine in questo periodo, mai in precedenza la precisione nei tempi era stata così rigorosa o così diffusa come nell'epoca dell'elettricità⁵⁰⁷. Il secolo diciannovesimo aveva misurato il suo progresso con i carichi di carbone prodotto, era regolato dalle leggi di Newton ed accettava il principio di non contraddizione a fondamento del ragionamento, ma negli anni '90 questa coerenza logica cominciò ad andare a pezzi.

Ma la causa principale di allarme viene dalla natura stessa: le scoperte della legge dell'entropia negli anni '50 e della disintegrazione atomica degli anni '90 hanno posto un limite di tempo all'energia che mantiene la vita del nostro mondo. La materia inorganica ha acquisito una deperibilità prima riservata alla materia vivente, e si dirige verso un periodo di costante declino. "Ciò che il mito della scomparsa degli dei significò per il tempo antico, significa per l'oggi la forma irreligiosa di esso, la teoria dell'entropia: la fine del mondo come completamento di un'evoluzione intimamente necessaria"⁵⁰⁸.

Fu anche per questo che il problema del tempo assunse nel XIX secolo una singolare importanza. Sembra che in tutti i domini si scopra il carattere essenziale del tempo⁵⁰⁹:

⁵⁰⁴ Ivi, p. 7.

⁵⁰⁵ La "scoperta" dell'elettricità ebbe importanti ricadute cosmologiche. Infatti l'espedito dell'aquilone di Franklin ebbe ripercussioni anche su un piano archetipico. Sin da tempi immemorabili, il fulmine era sempre stato un vivido simbolo della collera degli dei, e Franklin fece in modo che già le pericolanti basi di questa credenza crollassero definitivamente al suolo. Il parafulmine di Franklin fu una nuova dichiarazione di indipendenza - indipendenza da una morte incidentale, da un funesto dio del cielo, da una terra incantata - che contribuì al disincanto del mondo.

⁵⁰⁶ Pecchinenda, Gianfranco (2009), op. cit., p. 133.

⁵⁰⁷ La speranza dell'epoca era volta ad affermare la realtà del tempo personale contro quella di un tempo pubblico unico, ed a definire la sua natura come eterogenea, fluida e reversibile. Quell'affermazione rifletteva anche alcuni rilevanti cambiamenti economici, sociali e politici di questo periodo: quando in ogni paese l'economia si centralizzò, la popolazione si concentrò nelle città e le burocrazie politiche e il potere governativo s'ingrandirono, la radiotelegrafia, il telefono e l'orario delle ferrovie resero necessario un sistema universale del tempo per coordinare la vita nel mondo moderno. E come le ferrovie distrussero parte del caratteristico aspetto e dell'isolamento delle aree rurali, così l'imposizione del tempo pubblico universale s'intromise nell'unicità dell'esperienza personale del tempo personale. Kern, Stephen (2007), op. cit., p. 45.

⁵⁰⁸ Spengler, Oswald (1981), *Il tramonto dell'Occidente*, in Kern, Stephen (2007), op. cit., p. 136.

⁵⁰⁹ Questa nuova attenzione assegnata al tempo volse lo sguardo degli uomini verso la Storia: "Dopo quasi due millenni di Cristianesimo che avevano sminuito l'importanza della storia umana, sostenendo che il significato o lo scopo ultimi della vita erano compiuti nella contemplazione eterna e immutabile di Dio, i pensatori del secolo diciannovesimo cercarono di trovare significato e giustificazione per la vita nella storia umana. Gli storici trovarono nuove fonti, dissodarono civiltà sepolte, innalzarono i livelli scientifici di

evoluzione delle formazioni geologiche, delle specie, delle società, della morale, del gusto, del linguaggio. Così come la forma specifica sotto le cui spoglie il tempo s'introduce nella fisica, specialmente l'evoluzione verso l'omogeneità e la morte, risuona di antichissimi archetipi mitici e religiosi. Ma le ripercussioni culturali della mutazione sociale ed economica dell'epoca possono ugualmente esservi ritrovate. La rapida trasformazione dell'inserimento tecnico nella natura, l'accelerazione del progresso durante il XIX secolo, generano una profonda ansietà. Il fantasma dell'esaurirsi delle scorte e del fermarsi dei motori, l'idea di un declino irreversibile, traduce certamente quest'angoscia propria del mondo moderno⁵¹⁰.

Come stiamo vedendo, grazie alla scienza e alle sue procedure ritenute infallibili, per un certo tempo ha preso corpo un'immagine positiva dello stare al mondo. Se un tempo gli esseri umani si sentivano in balia di un destino cieco e concepivano la natura come matrigna, hanno successivamente imparato a considerare quest'ultima come una formidabile risorsa, le cui forze ed energie andavano imbrigliate e sapientemente guidate al servizio dei propri bisogni. Di successo in successo, la scienza e gli scienziati hanno assunto un'autorità sempre maggiore, ed è sembrato coronato il sogno comtiano della tecnocrazia positivista, almeno nella misura della politica e dell'amministrazione delle cose umane affidate sempre più alle competenze e alle procedure degli scienziati. Tuttavia, già all'inizio del XX secolo questa evoluzione lineare ha cominciato a ridimensionarsi. Ci si è resi gradualmente conto che la trasformazione del mondo supportata dalla scienza cominciava ad alimentare catastrofi umane e guasti ambientali. L'immagine di una civiltà che costruiva il proprio benessere materiale e morale è andata sfaldandosi e, con essa, quella stessa idea di progresso che aveva accompagnato tutto il secolo appena trascorso. Fu sferrato un colpo profondo a quest'immagine della scienza dalle attività di ricerca condotte intorno all'atomo, alla sua struttura e all'energia che avrebbe potuto produrre. Le attività che conducevano a queste scoperte nascevano da stimoli strettamente scientifici, legati alla produzione di nuova conoscenza. I fisici che se ne occupavano erano piuttosto interessati a spianare la strada alla comprensione della struttura atomica (che era la vera sfida dell'epoca) che non alle applicazioni pratiche. Le scoperte intorno alle proprietà radioattive di alcuni elementi alimentavano un altro filone di ricerche, quello sulla fissione e sulla fusione nucleare, che peraltro si erano avvantaggiati degli sviluppi della meccanica quantistica. I protagonisti furono scienziati del calibro di Albert Einstein, Werner Heisenberg e Niels Bohr. In particolare, Einstein aveva fornito - con la famosa equazione $E=MC^2$ - la soluzione per misurare il quantitativo di energia elaborata dalla fusione di due nuclei leggeri in un nucleo pesante. Queste sfide scientifiche, e con esse la curiosità e l'ingegno delle migliori menti europee, a un certo punto incrociarono la logica dello scontro tra le potenze. Il *Progetto Manhattan* fu la risposta degli Stati Uniti alla preoccupazione per le attività della Germania nazista orientate alla costruzione dell'ordigno nucleare⁵¹¹. In quel momento fu chiaro che la

precisione e documentazione e, in generale, resero professionale la disciplina. La teoria evoluzionistica sommerse le scienze biologiche; sistemi storicistici, come quelli di Hegel e di Marx, rivoluzionarono la filosofia e le scienze sociali; la fede liberale e socialista nella storia dominò il pensiero politico. Verso la fine del secolo, Dilthey rivendicò una fondazione storica per tutta la conoscenza e insistette sul primato del metodo storico per tutte le scienze sociali. Se consideriamo la geologia, la zoologia, la filosofia politica e lo studio delle civiltà antiche, il secolo diciannovesimo fu in ogni caso il secolo della storia, un periodo contrassegnato dalla crescita di una nuova, dinamica immagine del mondo". **Kern, Stephen** (2007), op. cit., p. 79.

⁵¹⁰ **Prigogine, Ilya; Stengers, Isabelle** (1999), op. cit., pp. 123-124. Per approfondimenti, **Monod, Jacques** (1970), op. cit.

⁵¹¹ Significativo il fatto che fu lo stesso Einstein a sensibilizzare il presidente Roosevelt sull'utilità di intraprendere quelle ricerche.

scienza, nelle sue più alte espressioni della ricerca pura ed applicata, potesse essere messa a disposizione della distruzione e nella sua forma più drammatica. E questo portò scompiglio nello stesso mondo della scienza, posto di fronte a dilemmi morali che parevano insormontabili⁵¹². L'equazione illusoria tra bene e conoscenza scientifica era definitivamente tramontata; gli scienziati furono messi di fronte alle loro responsabilità di uomini. Le 200000 vittime di Hiroshima e Nagasaki, alle quali si deve aggiungere il numero imprecisato di coloro che per decenni subirono le conseguenze nefaste di quelle esplosioni, stanno a testimoniare nel modo più drammatico il fallimento e la caduta di tutte le illusioni alle quali la scienza aveva abituato l'umanità per quasi due secoli. Il *Progetto Manhattan* ebbe anche un altro ruolo nella trasformazione dell'immagine della scienza, dato che rese palese di fronte a tutti come la produzione sociale di conoscenza scientifica fosse ormai indissolubilmente legata a settori e a interessi esterni al proprio campo: addirittura in una posizione subordinata, tanto da venire resa parte integrante di un vero e proprio complesso militare-industriale⁵¹³.

La scienza, nel corso Novecento, ha quindi messo in evidenza la possibilità di comprometersi con logiche di morte, orientando le sue acquisizioni a rendere più efficienti le tecniche della guerra e, a volte, mettendosi al soldo delle più perverse tra le ideologie dei regimi totalitari. Le conquiste della scienza e le loro applicazioni tecniche hanno iniziato a produrre esse stesse nuovi rischi, in special modo per quel che concerne l'impatto sull'ambiente. In conseguenza di questi processi, nel mondo attuale è maturata l'immagine di una scienza che non garantisce certezza, asservita e asservibile a logiche diverse dal conseguimento del bene dell'umanità e produttrice di rischi. Gli scienziati hanno visto ridimensionarsi la propria autorità, e la loro attività ha cominciato ad essere vista con sospetto. Gli esiti devastanti della bomba atomica, gli spettacolari risultati ottenuti nell'aviazione e nella corsa alla conquista dello spazio e i clamorosi successi ottenuti nella produzione di farmaci capaci di sconfiggere malattie epidemiche e batteriologiche, avevano reso la scienza e la tecnologia due strumenti politici estremamente potenti anche se molto difficili da controllare. La difficoltà di governare la ricerca, però, era un problema non solo per i politici, ma per gli stessi scienziati. La necessità di comunicare e pubblicare i risultati della ricerca trovava un limite nelle esigenze della committenza, condizionate dagli ingenti risvolti economici e strategici dell'innovazione scientifica. A eccezione di alcuni momenti circoscritti in cui la ricerca scientifica era rimasta segreta, la comunicazione delle informazioni e gli scambi internazionali costituivano una consuetudine troppo radicata nella pratica scientifica perché i governi potessero pretendere la soppressione. D'altro canto la diffusione di informazioni indirettamente legate a progetti strategici e industriali poteva danneggiare profondamente i fragili equilibri della politica⁵¹⁴. Dopo la seconda guerra mondiale i politici guardarono alla scienza con un misto di timore e di ammirazione. La scoperta di Fermi sulla possibilità di costruire la bomba atomica aveva creato più problemi di quanti era stata capace di risolvere. Immediatamente dopo la fine della guerra alcuni fisici che avevano partecipato al *Progetto Manhattan* erano stati interrogati da un comitato speciale

⁵¹² Il bombardamento venne definito in un comunicato ufficiale "la più grande realizzazione della scienza organizzata della storia". La bomba atomica, con i suoi effetti devastanti, era una creatura concepita, realizzata e sperimentata per volere di gran parte degli scienziati che avevano partecipato al *progetto Manhattan*. Robert Oppenheimer ammise che con la bomba gli scienziati "avevano conosciuto il peccato" e frantumato in poco meno di mezza giornata la millenaria immagine della scienza intesa come sapere neutrale e idealmente impegnato nella ricerca della verità. L'opinione pubblica in tutto il mondo fu enormemente impressionata dall'accaduto e l'immagine dello scienziato cominciò a preoccupare anche i politici e i militari che ne avevano favorito l'ascesa.

⁵¹³ Parini, Giap Ercole (2006), op. cit., pp. 16-25.

⁵¹⁴ Beretta, Marco (2002), op. cit., pp. 197-198.

per l'energia atomica diretto da alcuni deputati e senatori del Congresso americano. Repubblicani e democratici manifestavano le stesse preoccupazioni: la scienza era diventata come il genio della lampada e, dopo il lancio della bomba su Hiroshima e Nagasaki, non c'era più verso di controllarla; altri lamentavano che la scienza aveva travalicato i limiti della natura umana e che la situazione sarebbe rimasta pericolosa fintanto che la scienza non avesse rallentato i suoi progressi. Gli scienziati venivano accusati di aver creato con la bomba atomica un mondo molto più insicuro. Dopo questa, non era più possibile prestare fede alla neutralità della scienza. La frustrazione dei politici nei confronti degli scienziati non era solo determinata dalle difficoltà generate dalla costruzione e dall'uso della bomba, ma anche da una profonda insofferenza nei confronti di un linguaggio tecnico che sembrava mettere lo scienziato al riparo da qualsiasi critica⁵¹⁵. Un ristretto mondo di esperti apparentemente neutrali, fautori di un metodo conoscitivo oggettivo e sempre capaci di fornire una soluzione tecnica a tutti i problemi, rappresentava una minaccia per chi, come i politici, era chiamato dall'opinione pubblica a dar conto degli effetti indesiderati provocati dalle applicazioni delle scoperte scientifiche e tecnologiche⁵¹⁶. Questa situazione paradossale era l'effetto della contraddizione nata dalla politica della scienza promossa da Napoleone. Da un lato la neutralità della scienza veniva data per scontata e considerata come una virtù imprescindibile della ricerca, dall'altro, nei casi sempre più frequenti in cui gli effetti delle scoperte scientifiche erano difficili da governare, si chiedeva agli scienziati di operare scelte politiche ed etiche preventive. Dopo quest'esperienza, sembra essere definitivamente tramontato il mito del ricercatore libero di fronte ai propri quesiti di ricerca. Colpito nella sua autonomia, egli si ritrova dentro un meccanismo in cui fare ricerca significa operare sulla base di scelte prese a monte da chi dispone della capacità politica e finanziaria di mettere insieme enormi strutture dedicate alla ricerca. In un tale proskenio, gli scienziati diventano tasselli decisivi di scelte politiche e morali sulle quali esercitano scarsissima influenza.

Questi avvenimenti hanno determinato un ridimensionamento dell'autorità della produzione sociale di conoscenza scientifica. Ma ancora prima che presso l'opinione pubblica, i segni della crisi sono stati colti dagli stessi scienziati. Essi sono stati i primi ad accorgersi di come qualcosa fosse decisamente mutato con l'ingresso degli interessi militari e di quelli economici. Veniva lesa la loro autonomia e, con essa, uno dei principî cardine della scienza. Nelle sue analisi delle trasformazioni della modernità, il sociologo tedesco Beck ha indicato tra quelle più importanti il passaggio da una fase di scientificizzazione primaria, tipica del periodo di maggiore espansione della società industriale, a una fase di scientificizzazione riflessiva. Nella fase della scientificizzazione primaria la scienza viene applicata al mondo "dato" della natura, dell'uomo e della società. Nella fase riflessiva, le scienze si confrontano con i loro stessi prodotti, i loro difetti e i loro problemi collaterali. Sarebbe proprio il progresso della conoscenza scientifica a produrre un mondo nuovo, ma anche problemi nuovi. In un primo momento, all'epoca dell'industrializzazione e della costituzione del mondo moderno, la scienza applicata alla tecnologia fronteggia i pericoli e fornisce soluzioni; gli scienziati, sebbene tra loro facciano professione di scetticismo, lasciano trasparire all'esterno verità

⁵¹⁵ L'idea di una scienza divenuta ormai "troppo complicata" per essere compresa dal grande pubblico è stata largamente enfatizzata soprattutto in seguito agli sviluppi della fisica di inizio Novecento. Nel dicembre del 1919, quando in occasione di due eclissi solari si ottenne la conferma della teoria della relatività generale di Einstein, il quotidiano *New York Times* diede grande risalto a un commento attribuito allo stesso Einstein: "Al mondo, non ci sono più di una dozzina di persone in grado di capire la mia teoria". **Bucchi, Massimiano** (2002), op. cit., p. 134.

⁵¹⁶ Per approfondimenti, **Bucchi, Massimiano** (2002), op. cit.; **Bucchi, Massimiano** (2006), op. cit.; **Parini, Giap Ercole; Pellegrino, Giuseppina** (2009) (a cura di), op. cit.; **Parini, Giap Ercole** (2006), op. cit.; **Beretta, Marco** (2002), op. cit.

dogmatiche, dotati come sono di un'autorità che viene loro dai successi conseguiti appunto nella lotta contro i pericoli della natura. Sarebbero proprio i successi conseguiti dalla scienza a produrre una delegittimazione degli stessi scienziati. La gente comune prende coscienza del fatto che la scienza produce danni grazie alla sua attività. Quindi la scienza riflessiva rappresenta quella scienza che abdica alla sua funzione di depositaria di una verità universale, ma che per questo non diventa meno importante⁵¹⁷.

Come si è cercato di dimostrare in questo capitolo, ci troviamo di fronte ad una configurazione narrativa di particolare complessità. I motivi di questa sono da ricercarsi nel mutamento radicale dei fondamenti epistemologici della produzione sociale di conoscenza scientifica avvenuto nel periodo qui preso in analisi. Mutamento che trova la sua genesi in aree perlopiù extrascientifiche anche se, per dirla con Beck, nella fase della scientificizzazione riflessiva questo fenomeno assume forme caratteristiche.

Si potrebbe dire - pur semplificando parecchio - che si passa dallo "Scienziato" allo "scienziato". Il primo, che come si è visto s'afferma soprattutto nel XVIII e nel XIX secolo, s'avvale ancora di "garanzie epistemologiche ultraterrene" che rinforzano profondamente la sua attività e sostengono, forgiandolo, il suo *habitus* psichico. Al contempo, grazie alle maestose conquiste tecnologiche dell'epoca, l'Uomo innesca un processo di disincanto del mondo⁵¹⁸ che di lì a poco riorienterà prepotentemente la sua visione del mondo. Quella che appare come una coesistenza di motivi contraddittori sarà il marchio distintivo della produzione sociale di conoscenza scientifica di questi due secoli e, paradossalmente, la sua propria forza. L'*ethos* positivista, così come l'immagine dello scienziato che per molti versi sopravvive ancora oggi, trova le sue radici proprio in questo periodo. È l'idea di progresso la struttura metafisica su cui si innesta la funzione strategica dello Scienziato: come i preti del Medioevo al seguito delle crociate, gli scienziati di Napoleone avevano il compito di diffondere il metodo scientifico, affrancando le popolazioni native dalla superstizione e dai credi religiosi. La scienza, quindi, diventava un moderno strumento di proselitismo. La barbarie della conquista militare e della guerra veniva alleviata, e in un certo senso anche spiegata, dalla funzione emancipatrice della scienza e della tecnologia. Progresso che rendeva l'uomo, grazie a queste innovazioni, indipendente dalla natura⁵¹⁹; questo distacco che definiva, secondo Mumford, il tempo del "mito della macchina"⁵²⁰ prometteva un benessere insperabile precedentemente. Questo fece sì che si creasse un'equazione (che possiamo ora ritenere illusoria) tra Scienza e Bene. Lo Scienziato sarà uno dei maggiori artefici della cosiddetta scomparsa dell'invisibile dal mondo sostituendo funzionalmente l'interprete dei simboli e opponendo alla rivelazione - come chiave di lettura dell'Universo e dei destini - la razionalità del rapporto causa-effetto⁵²¹. Come dirà Pecchinenda "la logica sottostante alla diffusione di tali idee vedeva da un lato l'affermazione del bisogno di tenere sotto controllo l'ambiente circostante e dall'altro il bisogno di spiegare in termini razionali determinati fenomeni. Ed è così che comincia a radicarsi l'immagine di un mondo propulsore di energie che

⁵¹⁷ Beck, Ulrich (2000), *La società del rischio*, Carocci, Roma, pp. 219-221.

⁵¹⁸ Per approfondimenti, Weber, Max (2004), op. cit.

⁵¹⁹ Per approfondimenti, Elias, Norbert (1997), op. cit.

⁵²⁰ Per approfondimenti, Mumford, Lewis (2005), op. cit.

⁵²¹ È in questo periodo che s'afferma ciò che Landsberg ha definito "democraticismo gnoseologico". Una concezione che si fonda sull'assunto - proprio perché non si tratta più di saperi rivelati ma bensì di saperi appresi - dell'uguaglianza davanti alla conoscenza di tutti gli uomini. Nel senso che tutti gli uomini, secondo questa teoria, possiedono la medesima ragione, sia pure variamente educata, per arrivare alla conoscenza. Dunque con il progredire dell'Illuminismo e con esso del democraticismo, divenne dominante appunto il democraticismo gnoseologico. Cavicchia Scalamenti, Antonio, *Dal realismo comunitario al nominalismo individualistico. Un'introduzione alla sociologia di P. L. Landsberg*, p. 30, in Landsberg, Paul-Louis (2002), op. cit.

soppianta l'idea di un mondo animato da forze magico-spirituali⁵²². Proprio questa sostituzione attraverso cui il fortunatissimo concetto di "energia"⁵²³ diviene una delle nozioni centrali della nuova visione del mondo, determinerà conseguenze che scuoteranno dal profondo la dominante idea di progresso, ridimensionandola notevolmente. Come si è visto, infatti, la termodinamica, scienza dell'era industriale, fu centrata proprio su questo nuovo concetto; studiando le rapide trasformazioni dei nostri rapporti con la natura questi cominciavano a diventare motivo di profonda ansia. Infatti il pericolo che minacciava l'umanità era l'esaurimento delle risorse naturali: sembrava quasi che l'universo fosse condannato a evolversi in direzione della morte termica. Queste nuove scoperte ebbero profonde ricadute cosmologiche⁵²⁴: la natura il cui simbolo era l'orologio nella visione del mondo della meccanica classica si trasformò, nell'età industriale, in una riserva di energia, sempre minacciata dall'esaurimento. Eppure il motivo che segnò il passaggio dallo "Scienziato" allo "scienziato" - che avvenne tra la fine del XIX secolo e la prima metà del XX - fu la perdita, da parte di quest'ultimo, di quell'aura semi-mistica che fino ad allora lo circondava. Perdita sintetizzata in maniera pregnante da questo passo di Monod: "E' morta e sepolta l'antica alleanza, l'alleanza animista, ed insieme ad essa sono morte tutte le altre che ci volevano soggetti volontari, coscienti, dotati di progetti, chiusi in un'identità stabile e in usi ben stabiliti, cittadini del mondo, di un mondo fatto per noi. È morto e sepolto il mondo finalizzato, statico ed armonioso che la rivoluzione copernicana distrusse quando lanciò la Terra negli spazi infiniti. Ma il nostro mondo non è nemmeno il mondo della "moderna alleanza". Non è il mondo silenzioso e monotono, abbandonato dagli antichi incantesimi, il mondo-orologio sul quale ci era stata assegnata la giurisdizione. La natura non è fatta per noi, essa non è abbandonata alla nostra volontà. È oramai tempo che ci assumiamo i rischi dell'avventura umana"⁵²⁵. In queste righe si delinea il profilo dello scienziato: questi non può più - per i motivi che ho descritto - dominare la natura godendo di una qualche "extraterritorialità" (sia in senso teorico che in senso fattuale) che gli garantisca una sorta di posizione esterna alla società. La tragedia della bomba atomica illustra esemplarmente questa condizione in cui lo scienziato "conosce il peccato" e, dopo quasi tre secoli nell' "Eden", precipita fra i comuni mortali. Nelle righe che seguono, in conclusione, è sintetizzata la visione del mondo caratteristica dello scienziato: "Dobbiamo riconoscere più precisamente quali siano le possibilità che ci sono date, a noi che siamo immersi nella natura che descriviamo ed arrendersi di fronte alla impossibilità di manipolare la natura a nostro piacimento. L'uomo appartiene alla natura e non può accedere a nessuna descrizione dall'esterno: siamo, in questo mondo, attori e spettatori"⁵²⁶.

⁵²² Pecchinenda, Gianfranco (2009), op. cit., p. 131.

⁵²³ Per approfondimenti, vedi qui **nota 468**.

⁵²⁴ Per approfondimenti, vedi qui **Universi simbolici e riserve sociali di conoscenza: la Ragione e la Relatività**.

⁵²⁵ Monod, Jacques (1970), op. cit., pp. 162-165.

⁵²⁶ Prigogine, Ilya; Stengers, Isabelle (1999), op. cit., p. 260.

Conclusioni

Lo scienziato 2.0

Alla base di questa tesi c'è la volontà di offrire un'attendibile ricostruzione socio-storica delle fasi principali che hanno costituito il processo di produzione sociale di conoscenza scientifica in Occidente. Lungi dall'avanzare pretese di esaustività su quello che è uno sconfinato campo di analisi, il mio lavoro vuole iscriversi, negli studi di sociologia della conoscenza, come un possibile contributo di base per ulteriori indagini dei periodi qui presi in considerazione. È evidente che questa ricerca deve ritenersi di carattere "esplorativo": non solo a causa dell'ampiezza dell'oggetto preso in analisi, ma anche per la mancanza di una ricca letteratura sociologica di riferimento. Il modello da me concepito della configurazione narrativa mi è parso un utile strumento per costruire salde impalcature teoriche e sintesi scientifiche affidabili. In ogni caso, l'ipotesi iniziale si vede confermata: la produzione sociale di conoscenza scientifica muta in consonanza al variare delle visioni del mondo e quindi, non solo la scienza non gode di nessuna "extraterritorialità culturale" ma, anzi, gli orientamenti dei programmi di ricerca sono spesso determinati da variabili extrascientifiche. Vorrei tracciare, in conclusione e sulla base dei risultati ottenuti, un sintetico profilo dell'ultimo personaggio: lo *scienziato 2.0*.

Si è visto come la produzione sociale di conoscenza scientifica che si sviluppò tra le due guerre - quella che viene definita *Big science* o "scienza accademica" o "scienza 1.0" - sia fondata sulla centralità di grandi istituzioni di ricerca perlopiù pubbliche, di grandi investimenti finanziari anch'essi perlopiù di origine pubblica, e su una solida relazione fiduciaria tra il potere politico e una ristretta cerchia d'esperti. Oggi, date le sostanziali differenze intervenute nell'attività scientifica, alcuni studiosi parlano di una "seconda rivoluzione scientifica", paragonabile a quella da cui emerse, tra XVI e XVII secolo, la scienza moderna⁵²⁷. Questa "scienza 2.0" tende verso la privatizzazione e la commercializzazione dei risultati e perfino verso la loro trasformazione in "beni di consumo"⁵²⁸. Bucchi dirà: "Il contrasto con la scienza accademica non potrebbe essere più netto allorché ci troviamo di fronte a una scienza di proprietà, locale, autoritaria, commissionata ed esperta, ovvero produttrice di conoscenze che non necessariamente sono rese pubbliche; una scienza centrata su problemi tecnici locali più che su riflessioni generali; guidata da un'autorità manageriale; commissionata in vista di obiettivi pratici ad esperti a cui si chiede la risoluzione di problemi concreti, più che la creatività⁵²⁹. Non siamo solamente di fronte a un mutamento di codici e di identità professionali, a una

⁵²⁷ Per approfondimenti, vedi qui **VI Capitolo**.

⁵²⁸ Soprattutto in alcune aree - dalla biomedicina all'*information technology* - il cortocircuito costante tra mondo aziendale e mondo della ricerca è divenuto sempre più evidente, con nuove figure professionali, come quello dello *scienziato-businessman-star* mediatica globale. La diffusione dei brevetti anche in ambiti quali le scienze della vita s'intreccia con l'esigenza di segretezza su alcuni filoni di ricerca; la miniaturizzazione di alcune tecnologie di laboratorio e la contemporanea diffusione delle tecnologie digitali mettono a disposizione di una platea crescente di "consumatori finali" prodotti (come test genetici per potenziali patologie, legami parentali o predisposizioni a certe attività) secondo forme che eludono i tradizionali filtri regolativi e perfino di validazione della comunità scientifica.

⁵²⁹ D'altra parte, forti movimenti si registrano anche nella direzione opposta. In reazione al crescente costo e alla crescente natura oligopolistica del business delle pubblicazioni scientifiche, gruppi di scienziati hanno avviato e sostenuto significative operazioni di *open publishing*, creando archivi e riviste digitali in cui i risultati delle ricerche possono circolare senza le limitazioni e i vincoli economici imposti dai grandi editori. Questa reazione determinerebbe la tutela del "comunitarismo" - pilastro fondante della "scienza 1.0" - contro la sua dissoluzione ad opera dei brevetti o delle forme di intersezione tra la ricerca e il suo sfruttamento commerciale sempre più diffuse nella "scienza 2.0".

transizione paragonabile a quella dalla *Little science* alla *Big science*, transizione che aveva portato il Piccolo Scienziato solitario, dai capelli lunghi, che lavora in soffitta o in un laboratorio sotterraneo a trasformarsi nel Grande Scienziato onorato a Washington, con la differenza che lo scienziato post-accademico contemporaneo è onorato a Wall Street e a Hollywood. Le implicazioni dei mutamenti recenti sono ancora più significativi in quanto vanno a configurare un quadro di pratiche, valori e concezioni del proprio ruolo sociale tutt'altro che omogenei tra loro⁵³⁰. In questa nuova modalità di produzione sociale della conoscenza scientifica, il vecchio complesso "militare-industriale" viene sostituito dal un nuovo complesso "accademico-industriale-governativo" in cui spesso gli investitori definiscono la priorità della ricerca, i ricercatori agiscono da imprenditori e i politici e le istituzioni pubbliche si ridefiniscono come "moderatori/coordinatori/facilitatori". In questo senso, si è assistito a un ridursi del supporto statale compensato dal diritto, riconosciuto sin dagli anni '80 alle università statunitensi, di disporre dei brevetti per i risultati delle proprie ricerche. Le comunità scientifiche e le istituzioni accademiche sono sempre più coinvolte in quei progetti di sviluppo locale che hanno portato, tra l'altro, alla costituzione di strutture quali i parchi scientifici e tecnologici utili al fine di incentivare la creazione e la diffusione di innovazione. Inoltre, per la "scienza 2.0" - al contrario della scienza accademica che li considerava come uno "specchio sporco" colpevole di riflettere un'immagine opaca e distorta della ricerca - i media rivestono un ruolo vitale: godere di buona visibilità mediale oggi diviene fondamentale per attrarre investitori finanziari e ottenere l'appoggio dei decisori politici. Così, paiono sovrapporsi dinamiche tipiche della comunità scientifica e dinamiche proprie dei media che innescano processi di personalizzazione della scienza contemporanea.

La sempre maggiore interazione tra scienza e tecnologia, tra ricerca di base e ricerca applicata, ha dato luogo a quella che oramai viene sinteticamente definita "impresa tecno-scientifica". In campi emergenti come quelli delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione o le biotecnologie, si assiste a un fenomeno senza precedenti: non solo la ricerca ha assunto ormai un carattere compiutamente interdisciplinare, ma si verifica al contempo una commistione tra ricerca e mercato e una trasformazione di conoscenza scientifica in attività economica. In questo scenario l'*OncoTopo*TM, il primo animale brevettato al mondo, viene metonimicamente a rappresentare la tecno-scienza nel suo insieme e una nuova, colossale, rivoluzione scientifica in cui i nuovi soggetti transgenici rivestono lo stesso ruolo che gli elementi transuranici hanno avuto nel quadro della guerra fredda⁵³¹. Se le potenti applicazioni delle tecno-scienze appaiono come nuove "terre promesse" della produzione sociale di conoscenza scientifica, al contempo comportano una grossa responsabilità sociale a causa delle possibili indesiderate conseguenze per l'ambiente e per la salute dei cittadini. È così che *citizen groups* stanno gradualmente conquistando uno ruolo riconosciuto e istituzionalizzato nei processi decisionali attraverso la costituzione di comitati misti in cui i non-esperti siedono accanto a scienziati e *policy makers*.

Si è visto come una delle caratteristiche della scienza contemporanea sia la sua crescente dipendenza dalle attività di sviluppo tecnologico tant'è che scienziati operano in settori spiccatamente applicativi ed ingegneri operano nell'ambito della ricerca⁵³².

⁵³⁰ Bucchi Massimiano, *Introduzione*, in **Merton, Robert K.** (2011), op. cit., pp. 15-19.

⁵³¹ **Bucchi, Massimiano** (2002), op. cit., pp. 164-169.

⁵³² A partire dai primi anni '50, è divenuto comune per le università americane della *Silicon Valley* reclutare i professori di fisica dello stato solido tra i tecnici delle locali aziende di elettronica. La possibilità di condurre le proprie ricerche - soprattutto in alcuni settori come la fisica delle particelle -, dipende in modo sempre più massiccio dal contributo dei tecnici. Il personale del Cern è composto per il 30% di ricercatori e per il 60% di addetti tecnici. **Ivi**, p. 101.

Quest'interazione fa sì che non sia più solo la scienza a stimolare la tecnologia, ma anche la tecnologia ad influenzare quest'ultima, contribuendo a individuare settori o argomenti meritevoli di ricerca scientifica o fornendo apparecchiature strumentali tali da rendere possibili determinati esperimenti ed osservazioni. Questa preponderanza dell'elemento tecnologico⁵³³ nella produzione sociale di conoscenza scientifica comporta quella che potrebbe essere definita "l'alienazione dello scienziato 2.0"; dirà a tal proposito Parini: "Molti degli strumenti necessari a condurre indagini scientifiche entrano nell'attività dello scienziato nella loro dimensione oggettivata, prodotto della cristallizzazione e stratificazione della conoscenza e dell'esperienza messa in campo da più soggetti. Esse appartengono alla macchina, e nessuno è in grado di concepirle come un tutto, nella sua interezza e completezza. Tutto ciò fa emergere un paradosso: quanto più questi processi permettono agli scienziati di impegnarsi in imprese a cui a stento l'immaginazione tiene dietro, tanto più essi perdono il controllo sul proprio lavoro, sui propri strumenti e sulle proprie procedure. Man mano che le scienze progrediscono per specializzazione in un singolo settore, la condizione dello scienziato diviene sempre più simile a quella dell'uomo comune dinanzi ai prodigi della scienza. Lo scienziato non è immune dall'oggettivazione delle conoscenze e della cultura, dato che deve affidarsi alla conoscenza di altri, o a quella depositata nelle biblioteche o nelle memorie dei computer. Con il sapere oggettivato gli scienziati rischiano di perdere la possibilità di fare esperienza diretta dei limiti degli strumenti o delle procedure che mettono in pratica, accettandone acriticamente le implicazioni. Il dubbio metodologico risulta neutralizzato, oppure relegato allo stato di semplice preconditione ideologica per la pratica scientifica. Si attua una sostituzione dell'azione individuale e responsabile con la proceduralità asettica del lavoro di équipe. Questo processo non riguarda più soltanto la diretta conduzione degli esperimenti scientifici, bensì, tutto intero, il processo di ricerca, dalla scelta dell'oggetto alla messa a punto del metodo. In breve, il dubbio metodologico viene oggettivato in una pratica collettiva"⁵³⁴. Questo tipo d'alienazione che si riscontra nell'attività scientifica, è molto vicina al concetto di "tachiestranietà" al mondo - tratto che secondo alcuni studiosi caratterizza anche la comune esperienza contemporanea - per cui: "le esperienze non vengono più fatte per noi stessi, ma sono gli altri che le fanno per noi. Perfino uno specialista dell'empiria quale può essere un fisico sperimentale, fa egli stesso al massimo dal 2% al 5% di quegli esperimenti sui cui risultati egli deve fare costante affidamento, e ciò per ragioni di costo e di tempo. In tal modo, finiamo col doverci fare carico di esperienze che non siamo noi stessi a fare, ma che conosciamo solo per sentito dire, attraverso informazioni dominate dai media di vario genere"⁵³⁵. Questo porta, talvolta, ad accettare delle teorie esclusivamente per il loro successo sperimentale senza che vi sia al fondo una loro reale comprensione. È molto interessante, in tal senso, citare un brano di un premio Nobel per la chimica in relazione ad una delle maggiori sintesi teoriche della contemporaneità: "La meccanica quantistica è una scienza curiosa: da un lato ha avuto il successo più eclatante in relazione alle sue previsioni sperimentali e, dall'altro, da circa 60 anni le discussioni a proposito dei suoi principî base non si sono ancora placate. Alla base di tutto c'è il fatto che la meccanica quantistica fornisce un procedimento molto efficiente per predire i risultati delle osservazioni su sistemi microscopici, ma quando ci

⁵³³ Non sottovaluto qui il fatto che la tecnologia ha da sempre giocato un ruolo nel processo di produzione sociale di conoscenza scientifica; non si deve però confondere la differente importanza che questa ha assunto nel tempo: una cosa è il telescopio per la rivoluzione scientifica, altra, ad esempio, l'interferometro per la relatività.

⁵³⁴ Parini, Giap Ercole (2006), op. cit., pp. 86-89.

⁵³⁵ Pecchinenda, Gianfranco (2008), op. cit., p. 140.

domandiamo che cosa succede veramente quando un'osservazione ha luogo, quello che si ottiene è privo di senso”⁵³⁶.

La produzione sociale di conoscenza scientifica ha visto, negli ultimi cinquant'anni, radicali mutamenti teorici⁵³⁷. Nel 1963 con Edward Lorenz, nasce la dinamica del caos. Questa oramai famosa teoria postula che una causa tanto piccola quale il battito di ali di una farfalla può influenzare, da qui a pochi giorni o a pochi mesi, il tempo atmosferico dell'intero pianeta. L' "effetto farfalla", grazie a questo studioso, è diventato la metafora più popolare per indicare fino a qual punto cause microscopiche siano in grado di generare effetti macroscopici. Il fatto veramente interessante è che i sistemi naturali caotici sono la regola, non l'eccezione⁵³⁸. Altri rilevanti studi hanno lasciato emergere un'importante classe di sistemi fisico-chimici: le strutture dissipative. In queste, cause microscopiche sono alla base della comparsa di nuove forme di organizzazione macroscopica. In condizioni critiche, piccole fluttuazioni, eventi elementari che hanno costantemente luogo ai livelli molecolari, possono produrre effetti alla scala dell'intero sistema. Le strutture dissipative hanno un comportamento più vicino a quello degli organismi viventi che ai cristalli, i quali invece, una volta formati, si mantengono indefinitamente senza alcuna interazione con il resto del mondo. La questione centrale sollevata da queste nuove teorie e scoperte è che a partire dal qui ed ora, non è possibile prevedere la traiettoria che percorrerà nel prossimo futuro un particolare sistema caotico. L'impossibilità di avanzare previsioni quantitative riguardo al decorso futuro di una vastissima serie di sistemi, fa sì che si delinei una produzione sociale di conoscenza scientifica qualitativa. Il tempo non è penetrato soltanto nella biologia, nella geologia, nella scienza della società e delle culture, ma nei due livelli da cui era stato escluso a favore di una legge eterna: nel livello microscopico fondamentale e nel livello cosmico globale. Questa profonda messa in discussione dell'atemporalità tipica della scienza classica e l'emergere del cambiamento, dell'evoluzione, della storia, del punto di vista dell'osservatore, ha costretto la fisica, la biologia evolutiva, la termodinamica dei processi irreversibili, la dinamica del caos e dei sistemi instabili, a reinterpretare e a rivedere il proprio rapporto con quelle che vengono lapidariamente definite "leggi di natura"⁵³⁹. Il brano che segue sintetizza bene questo cambio paradigmatico e le sue conseguenze sulla visione del mondo: "Sia le scienze del vivente che le scienze fisiche paiono giungere a conclusioni opposte a quelle a cui ambiva la tradizione di pensiero prevalente nei secoli dell'Età moderna. La storia naturale non è stata ridotta a leggi storiche e atemporalì. Al contrario ci si sta interrogando sulla storicità, sulla contingenza, sulla singolarità dell'universo stesso. Nel nostro secolo, una nuova scena accomuna le esplorazioni del micromondo dell'atomo e la scoperta dei

⁵³⁶ **Prigogine, Ilya** (1993), op. cit., pp. 57-58.

⁵³⁷ Si è però visto come molti di questi mutamenti trovino la loro "origine epistemologica" tra la fine del XIX secolo e l'inizio del XX. Per approfondimenti, vedi qui **VII Capitolo**.

⁵³⁸ Val forse la pena di ricordare quanto la dinamica dei sistemi caotici, o dinamica del caos, riveli una natura assai lontana dalla natura-orologio - tipica della scienza classica -, nella quale cicli e processi si riproducono identicamente e indefinitamente a partire da condizioni iniziali prefissate.

⁵³⁹ Così, oggetto della fisica non sono più soltanto regolarità e invarianze: in essa hanno acquisito pieno diritto di cittadinanza le condizioni iniziali, le decisioni "una volta per tutte", le rotture di simmetria, i principi organizzatori, gli effetti selettivi. È, a tal riguardo, istruttivo questo discorso pronunciato nel 1986 da James Lightill, presidente dell'*Union internationale de mécanique pure et appliquée*: "A questo punto mi devo fermare e parlare in nome della grande fratellanza che unisce gli esperti della meccanica. Oggi siamo pienamente coscienti di quanto l'entusiasmo che i nostri predecessori nutrivano per il meraviglioso successo della meccanica newtoniana li abbia portati ad operare generalizzazioni, nel campo della predicibilità, che oramai sappiamo essere false. Noi tutti desideriamo, perciò, presentare le nostre scuse per aver indotto in errore il nostro colto pubblico, diffondendo, a proposito del determinismo dei sistemi che aderiscono alle leggi newtoniane del moto, idee che dopo il 1960 si sono rilevate inesatte". In **Prigogine, Ilya** (1993), op. cit., pp. 27-28.

sistemi caotici, le sperimentazioni in laboratorio su batteri e su ratti e l'osservazione delle lontane galassie alla ricerca di indizi sull'espansione o sulla contrazione futura dell'universo. È la "morte dello spettatore" a definire tale scena: lo scienziato diventa inevitabilmente attore dei drammi che mette in scena. In un primo senso: perché a partire dal micromondo la sua interazione con gli oggetti di studio trasforma irreversibilmente la loro traiettoria e la loro storia. In un secondo senso: perché nella sua conoscenza egli riflette anche se stesso, le sue decisioni e i suoi rischi, i suoi valori e le sue aspettative, i miti e i riti delle comunità a cui appartiene. Nell'osservazione scientifica dell'universo, questo secondo aspetto appare in primo piano. Anche noi siamo parte dell'universo, osserviamo anche i nostri valori, le nostre paure, le nostre speranze e i nostri miti⁵⁴⁰. Oggi si può dire, semplificando un poco, che l'interesse della produzione sociale di conoscenza scientifica si è spostato dalla sostanza alle relazioni, alla comunicazione, al tempo. La scienza attuale non è più la "scienza classica". La speranza di unificare tutti i processi naturali assoggettandoli ad un piccolo numero di leggi "eterne" è fallita. Le scienze della natura ci descrivono ora un universo frammentato, ricco di differenze qualitative e sorprese potenziali. Paradossalmente, stiamo tornando ad una concezione della natura più vicina a quella di Aristotele: non solo, infatti, lo spazio euclideo deve cedere il passo a quello aristotelico, ma la scienza deve anche ammettere che l'inventiva della natura trascende le classificazioni matematiche. Il determinismo dinamico per cui "in ogni istante tutto è assegnato" cede il posto alla complessa dialettica tra caso e necessità⁵⁴¹. E come non rivedere in quello che è stato definito "ordine per fluttuazione"⁵⁴² che contrappone all'universo statico della dinamica un mondo aperto, la cui attività genera la novità, la cui evoluzione è al tempo stesso innovazione, creazione e distruzione, nascita e morte, le qualità del mondo sublunare⁵⁴³?

La produzione sociale di conoscenza scientifica dell'Età moderna⁵⁴⁴ è stata determinante nel provocare quello che viene definito il "disincanto del mondo"⁵⁴⁵. Eppure le caratteristiche che definivano questo processo sembrano gradualmente dissolversi, lasciando spazio ad un capovolgimento cosmologico. Ciò si ravvisa non solo in una rinnovata affermazione di un universo aristotelico dove le analisi quantitative - nucleo fondante del meccanicismo scienziato - perdono gran parte della loro forza ma anche per le caratteristiche che contraddistinguono le tecnologie contemporanee. Dirà Davis: "Gli studiosi hanno torto nel concludere che la magia è scomparsa con l'avvento della scienza quantitativa. Quest'ultima si è semplicemente sostituita ad una parte di magia mentre estende i suoi sogni e le sue mete attraverso le risorse della tecnologia. L'elettricità, i rapidi trasporti, la radio e la televisione, gli aeroplani, i computers hanno solo realizzato le promesse in un primo tempo formulate dalla magia e quindi provenienti dai tentativi dei maghi di produrre luce, muoversi istantaneamente da un luogo all'altro, comunicare con remote regioni dello spazio, volare attraverso l'aria, ed avere una memoria infallibile a disposizione. La magia è l'inconscio della tecnologia, il suo incantesimo irrazionale. Il nostro moderno mondo tecnologico non è la natura, ma una natura accresciuta: una supernatura"⁵⁴⁶. Così, l'autore americano, si spinge oltre nell'analisi: "Per ben oltre un secolo le immagini dominanti della tecnologia sono state industriali: l'estrazione e lo sfruttamento

⁵⁴⁰ **Bocchi, Gianluca; Ceruti, Mauro** (2000), op. cit., pp. 281-298.

⁵⁴¹ Per approfondimenti, **Monod, Jacques** (1970), op. cit.

⁵⁴² Per approfondimenti, **Prigogine, Ilya** (1993), op. cit.; **Prigogine, Ilya; Stengers, Isabelle** (1999), op. cit.; **Monod, Jacques** (1970), op. cit.; **Bocchi, Gianluca; Ceruti, Mauro** (1985), *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano; **Bocchi, Gianluca; Ceruti, Mauro** (2000), op. cit.

⁵⁴³ Per approfondimenti, vedi qui **III - V - VI Capitolo**.

⁵⁴⁴ Per approfondimenti, vedi qui **VI e VII Capitolo**.

⁵⁴⁵ Per approfondimenti, **Gauchet, Marcel** (1992), op. cit.; **Weber, Max** (2004), op. cit.

⁵⁴⁶ **Davis, Erik** (2001), op. cit., p. 56.

delle risorse naturali, la meccanizzazione del lavoro attraverso la catena di montaggio, i sistemi burocratici di comando e controllo favoriti da istituzioni vaste e impersonali. Lewis Mumford ha chiamato questa immagine industriale “mito della macchina”⁵⁴⁷, un mito che insiste sull’autorità delle *élites* tecnico-scientifiche e sull’intrinseco valore dell’efficienza, del controllo, dello sviluppo tecnologico sfrenato, nonché dell’espansione economica. Nonostante un secolo testimone delle varie Hiroshima, Bhopal e Chernobyl, questo mito di un’utopia progettata spinge ancora l’ideologia del progresso tecnologico con le sue eterne promesse di libertà, prosperità e liberazione dalla malattia e dal bisogno. Oggi un nuovo mito, meno meccanizzato, si è sviluppato sul fronte della mega-macchina industriale: il “mito dell’informazione”, dei cervelli elettronici e degli sconfinati archivi di dati, delle previsioni computerizzate, delle biblioteche ipertestuali e di una cultura planetaria che ci avvolge con le sue reti di telecomunicazioni globali. Potremmo parlare di un tecno-misticismo che nonostante sia prodotto della contemporaneità, possiede una componente spirituale che ha radici remote nel tempo”⁵⁴⁸. In accordo con questa tesi, Pecchinenda dirà: “È opportuno non sottovalutare il fatto che ci troviamo molto probabilmente in una delicata fase di passaggio storico, fase in cui stiamo assistendo ad una serie di profonde trasformazioni praticamente in tutti gli ambiti della vita sociale e che potremmo riassumere richiamando l’efficace formula del transito da una mitologia fondata sull’onnipotenza della “macchina” ad una rivolta al radicamento onnipervasivo dell’informatica e dei suoi derivati”⁵⁴⁹.

L’accento posto da questi studiosi sull’importanza decisiva delle tecnologie dell’informazione nel modellare la cosmologia contemporanea, ha profonde ricadute sulla attività scientifica dello scienziato 2.0. Nel passaggio dalla configurazione narrativa dello Scienziato a quella dello scienziato 2.0 si è infatti verificato un mutamento della produzione sociale di conoscenza scientifica per cui il concetto di “informazione” s’appropria della ribalta cosmologica a spese del concetto di “energia”. Il caso del *Progetto Genoma* offre, in tal senso, un modello esemplare della mutata configurazione narrativa. Bucchi dirà: “Lo sviluppo del *Progetto Genoma* non sarebbe stato possibile se la ricerca biologica non avesse incrociato il proprio cammino con quello delle scienze dell’informazione. Non solo dal punto di vista della disponibilità di strumenti tecnologici: il concetto di “informazione”, divenuto cruciale per la biologia molecolare, proviene dalla cibernetica. La fisica, inoltre, ha rappresentato un modello strategico e organizzativo per la biologia molecolare, che ne ha applicato la lezione cercando di studiare organismi complessi a partire dai loro elementi costitutivi essenziali. Da un punto di vista organizzativo, è facile vedere nel *Progetto Genoma* una sorta di equivalente del *Progetto Manhattan* per la fisica, un “salto quantico” da disciplina di media rilevanza a epitome di una nuova *Big science* contemporanea. Una *Big science* che è sempre più impresa collettiva, inserita all’interno di enormi e complesse organizzazioni”⁵⁵⁰.

Il “mito dell’informazione” che permea il contemporaneo assetto cosmologico propone una nuova equazione dove l’Informazione, appunto, è un’incarnazione del Bene, atta ad arginare Caos ed Entropia⁵⁵¹ i quali, invece, abitano il regno del Male⁵⁵².

Le scoperte della biologia degli anni ’50 si inscriverebbero proprio in questa struttura metafisica fondativa del nuovo universo simbolico: così non dovrebbe sorprendere che di fronte al comitato congressuale fondatore del *Progetto Genoma Umano*, le cui previsioni

⁵⁴⁷ Per approfondimenti, **Mumford, Lewis** (2005), op. cit.

⁵⁴⁸ **Erik** (2001), op. cit., p. 23.

⁵⁴⁹ **Pecchinenda, Gianfranco** (2008), op. cit., p. 102.

⁵⁵⁰ **Bucchi, Massimiano** (2002), op. cit., p. 163.

⁵⁵¹ Per approfondimenti, vedi qui **VII Capitolo**.

⁵⁵² Anche se, nuove interpretazioni teoriche, assegnano al caos un ruolo costruttivo.

rilevavano la possibilità di tracciare una mappa dell'intero codice genetico umano, il premio Nobel per la scoperta della struttura a doppia elica del DNA James Watson si esprime così: "Noi siamo abituati a pensare che il nostro destino sia nelle stelle. Ora sappiamo invece che il nostro destino è, in larga misura, nei nostri geni". Davis offre un'illuminante riflessione: "Questa singolare focalizzazione sul "codice della vita", riflette una società ancora schiava del riduzionismo scientifico ed ossessionata dalla produzione e dal controllo tramite l'informazione. Ma la potente aura del DNA riflette anche l'eredità religiosa occidentale, che ha come protagonista un creatore universale che crea il mondo servendosi di un linguaggio divino. Generalmente questa Parola è pronunciata, ma qualche volta è anche scritta, come nel medioevo "libro della natura"⁵⁵³. D'altra parte, nei messaggi lanciati dallo scienziato 2.0 risuonano motivi che paiono afferire a cosmologie arcaiche: basti pensare al potere sulla realtà materiale quasi magico⁵⁵⁴ promesso dalle nanotecnologie, così come all' "Eden" profetizzato dagli studiosi impegnati nella decodifica del genoma umano fiduciosi nel possibile perfezionamento della specie, se non nell'impresa della sconfitta della morte. Pare infatti emergere "una nuova centralità accordata alla fantasia, al misticismo e al trascendente, in una sorta di rinnovato reincanto del mondo, in cui si mescolano promesse a buon mercato di emergenti sette, religioni più o meno tradizionali, e previsioni scientifiche o para-scientifiche spesso corroborate e accompagnate dalla prepotente e strabiliante capacità dei media (vecchi e nuovi) di creare un immaginario collettivo in cui magia e miti tecno-scientifici del progresso stabiliscono una illusoria ma invincibile e trainante alleanza"⁵⁵⁵.

Come sto cercando di dimostrare la configurazione narrativa dello scienziato 2.0 rivela un'inaspettata complessità prodotta soprattutto dal suo carattere apparentemente ibrido: l'impresa tecno-scientifica sembra intrisa infatti di un afflato trascendente e la sua spinta propulsiva sembra affidarsi ad ancoraggi cosmologici che potremmo definire "premoderni". Quel processo di disincanto avviato oramai quattro secoli orsono in cui la scienza ebbe un ruolo da protagonista sembra mostrare la corda lasciando intravedere una visione del mondo - seppur con caratteristiche proprie - reincantata; scriverà infatti Pecchinenda sintetizzando le possibili ragioni di questo mutamento: "L'invisibile che in quest'era ritorna, ha la particolarità di essere manipolato dall'uomo stesso, di essere un prodotto di quest'ultimo. Le tecnologie che prima, nell'era moderna, avevano permesso il distacco dell'uomo dal mondo, stanno oggi riavviando un processo di ricolloquio e di rimagazzinamento. Questo proprio perché a partire dalla metà del 1900, la razionalità ha cominciato a non funzionare più per motivi pratici; la bomba atomica, l'Olocausto, ad esempio, in quanto prodotti ultimi del processo di razionalizzazione, sono risultati essere al tempo stesso strumenti di potenziale distruzione totale dell'umanità"⁵⁵⁶. L'erosione dell'esperienza, la complessità delle sintesi teoriche, la frammentazione dell'attività scientifica tipiche della produzione sociale di conoscenza scientifica della

⁵⁵³ Davis, Erik (2001), op. cit.; p. 104.

⁵⁵⁴ Per Bolter, le applicazioni tecnologiche della contemporaneità rendono verosimile una connessione tra lo scienziato ed il mago: "[...] poiché entrambi gli operatori condividono l'impressione che la memoria sia la chiave d'accesso alla conoscenza umana e perciò al controllo del mondo da parte dell'uomo. Bolter precisa che i dispositivi della memoria di Giordano Bruno e di altri non solo riflettono il mondo delle percezioni sensoriali, ma anche la "vera" struttura metafisica del cosmo; per di più, la manipolazione di questa struttura nascosta aprirebbe essa stessa tutti i reami del sapere umanamente accessibili. Così, dice Bolter, anche lo specialista informatico crede che il suo computer rifletta la vera struttura logica dell'universo, una struttura delle informazioni la quale anche fornisce un supremo controllo: conoscere il mondo e le sue informazioni intrappolandolo in una rappresentazione virtuale che possiamo manipolare". Bolter, Jay David (1985), *L'uomo di Turing*, Pratiche, Parma, in Davis, Erik (2001), op. cit., p. 213.

⁵⁵⁵ Pecchinenda, Gianfranco (2008), op. cit., p. 118.

⁵⁵⁶ Pecchinenda, Gianfranco (2009), op. cit., pp. 141-142.

contemporaneità sembrano confermare ciò che s'è detto finora, delineando un individuo dall'habitus psichico "tradizionale": lo scienziato 2.0 non potendo comprendere i fondamenti della sua azione né la sua attività nella sua completezza deve adottare un comportamento "religioso", deve cioè avere, in ultima analisi, fede nel Metodo Scientifico.

La stesura del profilo di quest'ultimo personaggio si avvale, per motivi di tempo e di spazio, di semplificazioni e probabili forzature; cionondimeno mi auguro che gli spunti presenti in queste conclusioni possano essere utili - proprio oggi che i neutrini sembrano poter viaggiare più veloci della luce - per ulteriori ricerche.

Bibliografia

- Alpers, Svetlana** (1984), *Arte del descrivere, Scienza e pittura nel Seicento olandese*, Boringhieri, Torino.
- Aron, Raymond** (1972), *Le tappe del pensiero sociologico*, Mondadori, Milano.
- Bachelard, Gaston** (1993), *La formazione dello spirito scientifico*, Raffaele Cortina, Milano.
- Baldini, Massimo** (1986), *Problemi e prospettive di storia della scienza*, Città Nuova, Roma.
- Bateson, Gregory** (2008), *Mente e natura*, Adelphi, Milano.
- Bateson, Gregory** (2008), *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi, Milano.
- Bauman, Zygmunt** (2000), *Pensare sociologicamente*, Ipermedium libri, Napoli.
- Beck, Ulrich** (2000), *La società del rischio*, Carocci, Roma.
- Beretta, Marco** (2002), *Storia materiale della scienza*, Mondadori, Milano.
- Berger, Peter L.** (1969), *La sacra volta*, Sugarco, Milano.
- Berger, Peter L., Luckmann Thomas**, (1969), *La realtà come costruzione sociale*, Il Mulino, Bologna.
- Berger, Peter L., Luckmann Thomas** (2010), *Lo smarrimento dell'uomo moderno*, Il Mulino, Bologna.
- Bifulco, Luca** (2010), *Rituale dell'interazione e conflitto*, Ipermedium libri, S. Maria Capua vetere (Ce).
- Bloch, Marc** (1999), *La società feudale*, Einaudi, Torino.
- Bloch, Marc** (1972), *Lavoro e tecnica nel medioevo*, Laterza, Bari.
- Bocchi, Gianluca; Ceruti, Mauro** (1985), *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano.
- Bocchi, Gianluca; Ceruti, Mauro** (2000), *Origini di storie*, Feltrinelli, Milano.
- Boghossian, Paul A.** (2009), *Paura di conoscere*, Carocci, Roma.
- Bondi, Hermann e altri** (1976), *Cosmologie a confronto*, Boringhieri, Torino.
- Borzacchini, Luigi** (2010), *Il computer di Ockham*, Dedalo, Bari.
- Bourdieu, Pierre** (2003), *Il mestiere di scienziato*, Feltrinelli, Milano.
- Bruner, Jerome S.** (2002), *La fabbrica delle storie. Diritto, letteratura, vita*, Laterza, Roma.
- Bucchi, Massimiano** (2006), *Scegliere il mondo che vogliamo*, Il Mulino, Bologna.
- Bucchi, Massimiano** (2002), *Scienza e società*, Il Mulino, Bologna.
- Buccianini, Massimo** (2007), *Galileo e Keplero*, Einaudi, Torino.
- Burke, Peter** (2002), *Storia sociale della conoscenza*, Il Mulino, Bologna.
- Bury, John** (1979), *Storia dell'idea di progresso*, Feltrinelli, Milano.
- Butterfield, Herbert** (1998), *Le origini della scienza moderna*, Il Mulino, Bologna.
- Capra, Fritjof** (2008), *Il punto di svolta*, Feltrinelli, Milano.
- Cavicchia, Scalamonti Antonio** (2007), *La morte. Quattro variazioni sul tema*, Ipermedium libri, S. Maria Capua vetere (Ce).
- Cetina, Karin Knorr; Preda, Alex** (2005), *The sociology of financial markets*, Oxford University Press, Great Britain.
- Childe, Vera Gordon** (1963), *Il progresso nel mondo antico*, Einaudi, Torino.
- Chiappesi, Marco** (2009), *Mead legge Darwin*, Erreci, Potenza.
- Cohen, Bernard** (1993), *Scienze della natura e scienze sociali*, Laterza, Roma-Bari.
- Collins, Randall** (1996), *Quattro tradizioni sociologiche*, Zanichelli, Bologna.
- Crespi, Franco; Fornari, Fabrizio** (1998), *Introduzione alla Sociologia della conoscenza*, Donzelli, Roma.
- Crombie, A. C.** (1970), *Da S. Agostino a Galileo*, Feltrinelli, Milano.

Daumas, Maurice (1978), *Breve storia della vita scientifica*, Laterza, Roma - Bari.
Davis, Erik (2001), *Techgnosis*, Ipermedium Libri, S. Maria Capua vetere (Ce).
Di Meo, Antonio (1981), *Il chimico e l'alchimista*, Editori Riuniti, Roma.
Dolza, Luisa (2008), *Storia della tecnologia*, Il Mulino, Bologna.
Drake, Stillman (1981), *Galileo*, Dall'Oglio, Milano.
Duby, Georges (1985), *Le società medievali*, Einaudi, Torino.
Einstein, Albert (1954), *Come io vedo il mondo*, Giachini, Milano.
Eliade, Mircea (2006), *Il sacro e il profano*, Bollati Boringhieri, Torino.
Eliade, Mircea (2008), *Storia delle credenze e delle idee religiose*, Vol. I, Bur, Milano.
Elias, Norbert (1997), *Coinvolgimento e distacco*, Il Mulino, Bologna.
Elias, Norbert (1998), *La civiltà delle buone maniere*, il Mulino, Bologna.
Elias, Norbert (1990), *La società degli individui*, Il Mulino, Bologna.
Elias, Norbert (2010), *Marinaio e gentiluomo*, Il Mulino, Bologna.
Elias, Norbert (2010), *Potere e civiltà*, Il Mulino, Bologna.
Elias, Norbert (1986), *Saggio sul tempo*, Il Mulino, Bologna.
Elias, Norbert (1998), *Teoria dei simboli*, Il Mulino, Bologna.
Feyerabend, Paul K. (1979), *Contro il metodo*, Feltrinelli, Milano.
Fleck, Ludwik (1983), *Genesi e sviluppo di un fatto scientifico*, Il Mulino, Bologna.
Forbes, R. J. (1960), *L'uomo fa il mondo*, Einaudi, Torino.
Fromm, Erich (2010), *Fuga dalla libertà*, Mondadori, Milano.
Gargani, Aldo G. (2009), *Il sapere senza fondamenti*, Mimesis, Milano-Udine.
Garin, Eugenio (1978), *Filosofia e scienze nel Novecento*, Laterza, Roma-Bari.
Garin, Eugenio (2005) (a cura di), *L'uomo del rinascimento*, Laterza, Roma-Bari.
Garin, Eugenio (1976), *Medioevo e Rinascimento*, Laterza, Roma-Bari.
Garin, Eugenio (1993), *Scienza e vita civile nel Rinascimento italiano*, Laterza, Roma-Bari.
Gauchet, Marcel (1992), *Il disincanto del mondo*, Einaudi, Torino.
Geymonat, Ludovico (1969), *Galileo Galilei*, Einaudi, Torino.
Geymonat, Ludovico (1977), *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Garzanti, Milano, Voll. I - IX.
Gombrich, Ernst H. (2002), *Arte e progresso*, Laterza, Roma-Bari.
Grant, Edward (2001), *Le origini medievali della scienza moderna*, Einaudi, Torino.
Hall, Boas M.; Hall, Rupert A. (1979), *Storia della scienza*, Il Mulino, Bologna.
Hall, Rupert A. (1976), *La rivoluzione scientifica 1500/1800*, Feltrinelli, Milano.
Hellman, Hall (1999), *Le dispute della scienza*, Raffaele Cortina, Milano.
Huizinga, Johan (2007), *L'autunno del medioevo*, Newton Compton, Roma.
Jacob, Margaret C. (1992), *Il significato culturale della rivoluzione scientifica*, Einaudi, Torino.
Jervis, Giovanni (2005), *Contro il relativismo*, Laterza, Roma-Bari.
Jorion, Paul (2009), *Comment la vérité et la réalité furent inventées*, Gallimard, Paris.
Kern, Stephen (2007), *Il tempo e lo spazio*, il Mulino, Bologna.
Koestler, Arthur (2010), *I sonnambuli, Storia delle concezioni dell'universo*, Jaca Book, Milano.
Kojève, Alexandre (2004), *Il silenzio della tirranide*, Adelphi, Milano.
Koyré, Alexandre (2000), *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, Einaudi, Torino.
Koyré, Alexandre (1973), *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Gallimard, Paris.
Koyré, Alexandre (2003), *Filosofia e storia delle scienze*, Mimesis, Milano.
Koyré, Alexandre (1973), *Introduzione a Platone*, Vallecchi, Firenze.
Koyré, Alexandre (1966), *La rivoluzione astronomica*, Feltrinelli, Milano.

- Koyré, Alexandre (1996), *Lezioni su Cartesio*, Tranchida, Milano.
- Koyré, Alexandre (1976), *Studi galileiani*, Einaudi, Torino.
- Koyré, Alexandre (1972), *Studi newtoniani*, Einaudi, Torino.
- Kuhn, Thomas S. (2000), *La rivoluzione copernicana*, Einaudi, Torino.
- Kuhn, Thomas S. (1969), *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino.
- Kuhn, Thomas S. (2008), *La tensione essenziale*, Einaudi, Torino.
- Landes, David S. (2009), *L'orologio nella storia*, Mondadori, Milano.
- Landes, David S. (1993), *Prometeo liberato*, Einaudi, Torino.
- Landsberg, Paul-Louis (2002), *Teoria sociologica della conoscenza*, Ipermedium Libri, Napoli.
- Latour, Bruno (2009), *Non siamo mai stati moderni*, Elèuthera, Milano.
- Le Goff, Jacques (2008), *Gli intellettuali nel Medioevo*, Mondadori, Milano.
- Le Goff, Jacques (2009), *Il cielo sceso in terra*, Laterza, Roma-Bari.
- Le Goff, Jacques (2008), *Il Medioevo*, Laterza, Roma-Bari.
- Le Goff, Jacques (2008), *L'immaginario medievale*, Laterza, Roma-Bari.
- Le Goff, Jacques (2000), *Tempo della Chiesa e tempo del mercante*, Einaudi, Torino.
- Lenoble, Robert (1976), *Le origini del pensiero scientifico moderno*, Laterza, Roma-Bari.
- Lentini, Orlando (2003), *Saperi sociali, ricerca sociale 1500-2000*, Franco Angeli, Milano.
- Lovejoy, Arthur O. (1966), *La grande catena dell'essere*, Feltrinelli, Milano.
- Lyotard, Jean-François (2008), *La condizione postmoderna*, Feltrinelli, Milano.
- Maddaloni, Domenico (2011), *Visioni in movimento*, Franco Angeli, Milano.
- Mamiani, Maurizio (2002), *Storia della scienza moderna*, Laterza, Roma-Bari.
- Merton, Robert K. (2011), *Scienza, religione e politica*, Il Mulino, Bologna.
- Mills, Wright C. (1959), *L'immaginazione sociologica*, Il Saggiatore, Milano.
- Monod, Jacques (1970), *Il caso e la necessità*, Mondadori, Milano.
- Mumford, Lewis (2005), *Tecnica e cultura*, Il Saggiatore, Milano.
- Nisbet, Robert A. (1981), *La tradizione sociologica*, La Nuova Italia, Firenze.
- Oliveri, Rosanna (2008), *A partire da Thomas Kuhn*, Aracne, Napoli.
- Oliverio, Alberto (1984), *Storia naturale della mente*, Boringhieri, Torino.
- Panofsky, Erwin (2008), *Galileo critico delle arti*, Ascondita, Milano.
- Parini, Giap Ercole (2006), *Sapere scientifico e modernità*, Carocci, Roma.
- Parini, Giap Ercole; Pellegrino, Giuseppina (2009) (a cura di), *S come scienza T come tecnica e riflessione sociologica*, Liguori, Napoli.
- Pecchinenda, Gianfranco (1991), *Epistemologia e sociologia in Karl R. Popper*, L'ateneo, Napoli.
- Pecchinenda, Gianfranco (2008), *Homunculus. Sociologia dell'identità e autonarrazione*, Liguori, Napoli.
- Pecchinenda, Gianfranco (2009), *La narrazione della società*, Ipermedium libri, S. Maria C. V. (Ce).
- Pecchinenda, Gianfranco (2003), *Videogiochi e cultura della simulazione*, Laterza, Roma-Bari.
- Piaget, Jean (1967), *Lo sviluppo mentale del bambino*, Einaudi, Torino.
- Popper, Karl R. (1972), *Congetture e confutazioni*, Il Mulino, Bologna.
- Popper, Karl R. (1996), *La conoscenza e il problema corpo-mente*, Il Mulino, Bologna.
- Popper, Karl R. (1992), *La lezione di questo secolo*, Marsilio, Venezia.
- Popper, Karl R. (1990), *La scienza e la storia sul filo dei ricordi*, Jaca Book, Milano.
- Popper, Karl R. (1969), *La società aperta e i suoi nemici*, Armando, Roma, Voll. I-II.
- Popper, Karl R. (2000), *Le fonti della conoscenza e dell'ignoranza*, Il Mulino, Bologna.
- Popper, Karl R. (1970), *Logica della scoperta scientifica*, Einaudi, Torino.

- Popper, Karl R.** (1994), *Poscritto alla logica della scoperta scientifica*, Il Saggiatore, Milano.
- Popper, Karl R.** (1972), *Scienza e filosofia*, Einaudi, Torino.
- Preti, Giulio** (1975), *Storia del pensiero scientifico*, Mondadori, Milano.
- Prigogine, Ilya** (1993), *Le leggi del caos*, Laterza, Roma-Bari.
- Prigogine, Ilya; Isabelle Stengers** (1999), *La nuova alleanza*, Einaudi, Torino.
- Richter, Horst-Eberhard** (2001), *Il complesso di Dio*, Ipermedium, Napoli.
- Robertson, Ian** (1988), *Sociologia*, Zanichelli, Città di Castello, (Pg).
- Rorty, Richard** (2004), *La filosofia e lo specchio della natura*, Bompiani, Milano.
- Rorty, Richard** (1998), *Verità e progresso*, Einaudi, Torino.
- Rossi, Paolo** (1974), *Francesco Bacone*, Einaudi, Torino.
- Rossi, Paolo** (2007), *I filosofi e le macchine*, Feltrinelli, Milano.
- Rossi, Paolo** (2006), *Il tempo dei maghi*, Cortina, Milano.
- Rossi, Paolo** (2009), *La nascita della scienza moderna in Europa*, Laterza, Roma-Bari.
- Russo, Lucio** (2008), *La rivoluzione dimenticata*, Feltrinelli, Milano.
- Salmon, Wesley C.** (1992), *40 anni di spiegazione scientifica*, Muzzio, Padova.
- Schuhl, Pierre Maxime** (1962), *Perché l'antichità classica non ha conosciuto il "macchinismo"?*, in De Homine, fasc. 2 - 3, Parigi.
- Shapin, Steven** (2003), *La rivoluzione scientifica*, Einaudi, Torino.
- Simili, Raffaella** (1986), *Logica metodo e scienze in Gran Bretagna*, Loescher, Torino.
- Singer, Charles** (1961), *Breve storia del pensiero scientifico*, Einaudi, Torino.
- Snell, Bruno** (1993), *La cultura greca e le origini del pensiero europeo*, Einaudi, Torino.
- Statera, Gianni** (1978), *Sociologia della scienza*, Liguori, Napoli.
- Stengers, Isabelle** (1998), *Scienze e poteri*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Todorov, Tzvetan** (1992), *La conquista dell'America*, Einaudi, Torino.
- Trapanese, Enzo Vittorio; Fabiano, Mauro Antonio** (2009), *Prospettive sociologiche*, Ipermedium Libri, S. Maria C. V. (Ce).
- Vernant, Jean-Pierre** (1978), *Mito e pensiero presso i greci*, Einaudi, Torino.
- Wallace, Ruth A.; Wolf, A.** (2000), *La teoria sociologica contemporanea*, Il Mulino, Bologna.
- Weber, Max** (2004), *La scienza come professione. La politica come professione*, Einaudi, Torino.
- Weber, Max** (2006), *L'etica protestante e lo spirito del capitalismo*, Bur, Milano.
- Weber, Max** (2008), *Sociologia delle religioni*, UTET, Torino.
- Westfall, Richard S.** (1984), *La rivoluzione scientifica del XVII secolo*, Il Mulino, Bologna.
- Whitehead, Alfred N.** (1979), *La scienza e il mondo moderno*, Boringhieri, Torino.
- Wiener, Norbert** (1982), *La cibernetica*, Il Saggiatore, Milano.
- Wiener, Philip P; Noland, Aaron** (a cura di) (1977), *Le radici del pensiero scientifico*, Feltrinelli, Milano.
- Wunenburger, Jean-Jacques** (2008), *L'immaginario*, Melangolo, Genova.
- Yates, Frances A.** (2010), *Giordano Bruno e la tradizione ermetica*, Laterza, Roma-Bari.